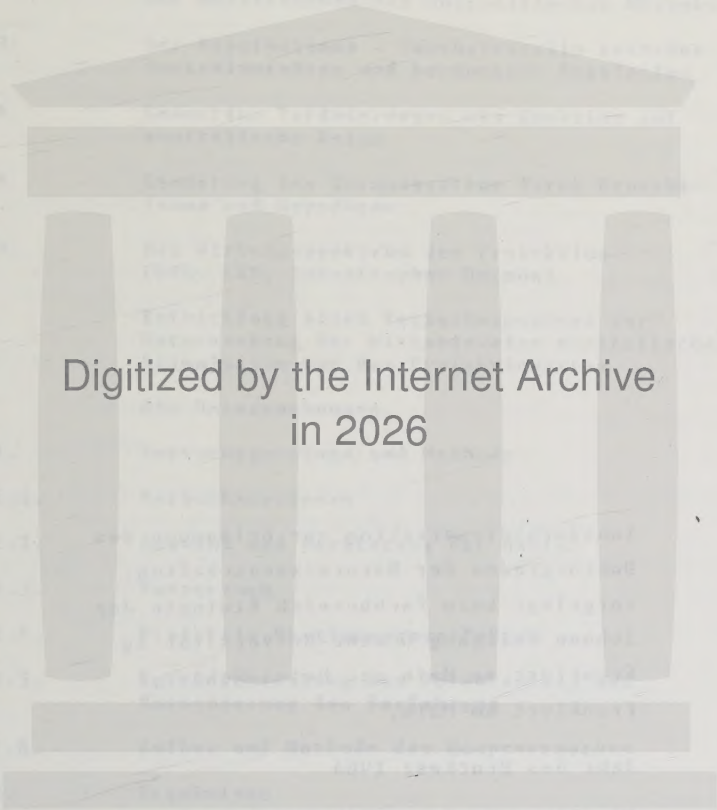
DER EINFLUSS MUSIKALISCHER REIZE AUF DIE FREISETZUNG VON PROLAKTIN UND GONADOTROPIN - EIN BEITRAG ZUR PSYCHONEUROENDOCRINOLOGIE

Gekürzte Fassung* der Dissertation vom
Februar 1983, vorgelegt von
Heinz Wehner, Frankfurt am Main



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41523704_0030

Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften, vorgelegt beim Fachbereich Biologie der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt am Main von Heinz Wehner, Frankfurt am Main.

Jahr des Druckes: 1984

Die Dissertation wurde mit Genehmigung des Fachbereiches zum Druck gekürzt. Ein Exemplar der ungekürzten Fassung liegt der Senckenbergischen Bibliothek der Universität vor.

Dekan: Prof. Dr.Th. Gies
1. Gutachter: Prof. Dr. K.Fiedler
2. Gutachter: Prof. Dr. H.D.Taubert
Tag der Promotion: 2o. September 1983

Inhalt

		Seite
1.	Ziel der Arbeit und zugründeliegende Überlegungen	2
1.1.	Versuche von Bever und Chiarello über die Verarbeitung von Musik	3
1.2.	Ein Einblick in das komplexe Netzwerk der spezifischen und unspezifischen Hörbahn	3
1.3.	Der Hypothalamus - Umschaltstelle zwischen zentralnervöser und hormonaler Regulation	4
1.4.	Endocrine Veränderungen als Reaktion auf musikalische Reize	6
1.5.	Steuerung des Hormonsystems durch Hypothalamus und Hypophyse	7
1.6.	Das Wirkungsspektrum des Prolaktins (PRL, LTH, lutestrophes Hormon)	9
2.	Entwicklung eines Versuchsansatzes zur Untersuchung der Wirkungsweise musikalischer Stimulation auf das Prolaktinsystem	14
3.	Die Untersuchungen	16
3.1.	Versuchspersonen und Methode	16
3.1.1.	Versuchspersonen	16
3.1.2.	Auswahl und Darbietung der Musik	19
3.1.3.	Vorversuch	2o
3.1.4.	Prolaktin-Bestimmungsverfahren	2o
3.1.5.	Kurzbeschreibung des Vorversuches und Verbesserung des Verfahrens	2o
3.1.6.	Aufbau und Methode des Hauptversuches	23
3.2.	Ergebnisse	26
3.3.	Diskussion	46
3.3.1.	Maurice Ravel: Bolero - Ergebnisse der musikanalytischen Betrachtungen	46
3.3.2.	Endocrine Veränderungen während und nach der Rezeption musikalischer Reize	47
3.3.2.1.	Änderungen des Prolaktin-Gehaltes im Blut	47

Seite

3.3.2.1.1. Versuchsreihe 1, (M_1=konstante Musik, M_2=Wahlmusik) 48

3.3.2.1.2. Versuchsreihe 2, (M_1 oder M_2 = Rauschen statt Musik) 51

3.3.2.1.3. Reproduzierbarkeit der Ergebnisse 58

3.3.2.1.4. Ermittlung der Impräzision der Bestimmung 58

3.3.2.2. Änderung des LH-Gehaltes im Blut während und nach der Rezeption musikalischer Stimuli 59

3.3.3. Die Auswirkung der akustischen Stimulation auf die Herztätigkeit als ergänzendem Parameter 65

3.3.3.1. Diskussion der EKG-Ergebnisse 66

3.3.3.2. Vergleich mit den Ergebnissen von Gerhart Harrer und Christl Frank 68

3.3.4. Ein Einblick in die Persönlichkeitsstruktur der Probanden mit Hilfe psychologischer Testverfahren 69

3.3.4.1. Vergleich mit den endocrinologischen Befunden 72

4. Schlußbetrachtungen 75

4.1. Abschließende Überlegungen und Perspektiven 75

4.2. Ergebnisse und Erkenntnisse musiktherapeutischer Grundlagenforschung 77

4.3. Bedeutung des endocrinen Untersuchungsverfahrens für die Musiktherapie 78

5. Zusammenfassung 79

Literaturverzeichnis 82

Es ist mir ein besonderes Anliegen, mich bei allen, die es ermöglicht haben, die mir seit langem am Herzen liegenden Untersuchungen der Wirkungsweise von Musik auf den menschlichen Organismus in dieser interdisziplinären Dissertation in Angriff nehmen zu können, herzlich zu bedanken: Herrn Prof.Dr.K.Fiedler (Abt. Biologie für Mediziner am Klinikum der J.W.Goethe-Universität in Frankfurt am Main) für die Themenstellung, die ausgiebigen und fruchtbaren Beratungen und Diskussionen sowie eine Vielzahl sehr hilfreicher Literaturhinweise, Herrn Prof.Dr.H.D.Taubert (Leiter der Abteilung für Gynäkologische Endocrinologie, Universitätsklinikum, Frankfurt am Main) für die uneigennützige Ermöglichung der Durchführung der endocrinologischen Untersuchungen, für die ausführlichen Beratungen und stets hilfreiche Unterstützung, Herrn Prof. Klein (Hochschule für Musik, Frankfurt am Main) für die besondere freundliche Beratung bei der Analyse der für die Versuche ausgewählten Musik sowie für die wissenschaftliche Beurteilung der von mir entwickelten musikwissenschaftlichen Kurzanalyse.

Darüber hinaus möchte ich an dieser Stelle für die offenherzige Unterstützung meinen besonderen Dank aussprechen:
Herrn Prof.Dr.Faltin (+) (Lehrstuhl für Musikpsychologie an der Hochschule für Musik, Frankfurt am Main), Herrn Prof.Dr.Habermann (Facharzt für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde), Frau Dr. Dericks-Tan, Herrn Dr. Bicker, Herrn Dr. Bauer, den Herren Prof.Dr.Teschemacher (Pharmakologisches Institut der Universität Gießen), Dr. Baumann, Dr. Becker, Dr. Born und Dr. Danhoff. Ganz besonderer Dank gebührt nicht zuletzt meinen Probanden, die sich in uneigennütziger Weise viele Stunden lang für die Untersuchungen zur Verfügung gestellt haben. Ihnen allen sowie vielen hilfsbereiten und freundlichen Damen und Herren möchte ich herzlich danken, daß sie mir dabei geholfen haben, die zahlreichen Schwierigkeiten inhaltlicher und technischer Natur unbürokratisch zu überwinden, die mit dem Versuch einer interdisziplinären Arbeitsweise verbunden sind.

* Die Gesamtfassung der Dissertation steht Interessenten zur Verfügung. Bitte wenden Sie sich an folgende Adresse:
Karlheinz Wehner, Zentgrafenstr. 18, D 6000 Frankfurt/M 60,
Tel. 069 - 473538

1. Ziel der Arbeit und zugrundeliegende Überlegungen

Ziel der Untersuchungen ist es, aufbauend auf den bisherigen naturwissenschaftlichen, musikwissenschaftlichen, musiktherapeutischen und psychologischen Erkenntnissen eine neue experimentelle Methode zur Messung der physiologischen Wirkungsweise von Musik auf den Menschen zu entwickeln, diese mit Hilfe freiwilliger Teilnehmer in ersten Versuchsreihen zu überprüfen und zu verfeinern, sie bisher bekannten Untersuchungsmethoden gegenüberzustellen und schließlich die Ergebnisse mit Hilfe empirisch-psychologischer Untersuchungen zu modifizieren und zu diesen in Beziehung zu setzen.

Aufgrund der bisherigen Erkenntnisse neurophysiologischer Forschung (ausführliche Darstellungen in: WEHNER, 1983) könnte man sich einen Weg musikalischer Verarbeitung in der Integration einer Vielzahl reizspezifischer Neuronenaktivierungsmuster mit vorhandenen, teils genetisch fixierten, teils erlernten Assoziationsmustern zu einer Art bewußter Erfahrung (vgl. ECCLES, 1975, S. 25-31) erklären. Dabei muß man davon ausgehen, daß die resultierende Erfahrung trotz gleichem Reizverarbeitungsmuster aufgrund der Verschiedenheit der gespeicherten Erfahrungsmuster individuell unterschiedlich sein wird, wenn auch aus musikpsychologischer Sicht sich die subjektiv empfundene Wirkung musikalischer Variationsbreite innerhalb bestimmter Grenzen vereinheitlichen läßt (empirisch-psychologische Einordnung verschiedener Musik mit Hilfe von Adjektivkatalogen und Polaritätsprofilen). Im Gegenteil werden bei musikpsychologischen Tests sogar weitgehende Übereinstimmungen der Empfindungen festgestellt, eine Tatsache, die zweifellos die naturwissenschaftliche Erklärung der Verarbeitung von Musik erleichtern wird.

Aus neurophysiologischer Sicht wäre demnach die Untersuchung zweier zentraler Fragen nötig:

1. Gibt es einheitliche Wichtungssysteme bei der Bildung von Resultanten aus sensorischen Impulsen und "Erfahrungs- bzw. Wissensimpulsen" ?
2. In wieweit weisen die "Erfahrungs- bzw. Wissensengramme, die an der Auswertung musikalischer Phänomene beteiligt sind, bei

verschiedenen Individuen (z.B. mit unterschiedlichem musikalischen Bildungsniveau) ähnliche Wirkungsmuster auf ? , zwei Fragen, die beim derzeitigen Stand neurophysiologischer und biochemischer Forschung zunächst noch weitgehend hypothetischen Charakter behalten werden.

1.1. Versuche von Bever und Chiarello über die Verarbeitung von Musik

In diesem Zusammenhang sind die Versuche von Bever und Chiarello von Bedeutung, die zeigen, daß die Verarbeitung von Musik bei musikalisch Ausgebildeten im Vergleich zu musikalisch Ungeschulten in unterschiedlichen corticalen Hemisphären lokalisiert ist. Melodien und Töne, die sowohl Musikern als auch Laien über Kopfhörer vorgespielt wurden, wurden von Teilnehmern mit musikalischer Ausbildung am besten mit dem rechten Ohr, von musikalischen Laien dagegen am besten mit dem linken Ohr erkannt. Da inzwischen gezeigt werden konnte, daß der analytische Vorgang der "Bewußtmachung" (vgl. Lage des Sprachzentrums) vorwiegend in der linken Hemisphäre stattfindet (Nervenfasern kreuzen), kann man daraus folgern, daß auch die analytische Verarbeitung von Musik entgegen der bisherigen Auffassung bevorzugt in dieser Hemisphäre lokalisiert ist, während die weniger "analytische" Verarbeitung in der bekannten Weise in der rechten Hemisphäre erfolgt (BEVER/ CHIARELLO, 1974). Es müssen also bestimmte unterschiedliche neurophysiologische Selektionsfaktoren bei Musikern und Laien vorhanden sein (vgl. Frage 2).

1.2. Ein Einblick in das komplexe Netzwerk der spezifischen und unspezifischen Hörbahn

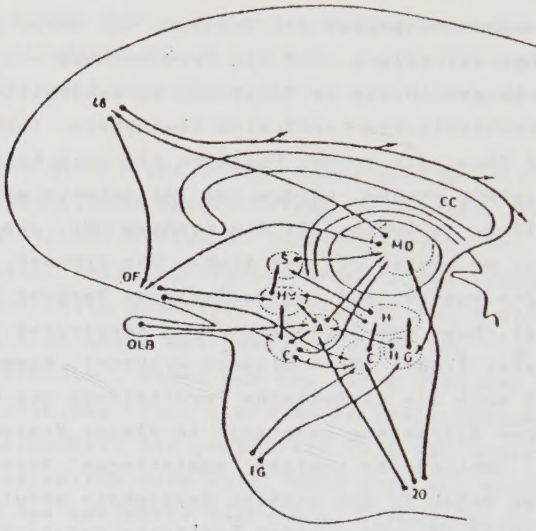
Neben den größtenteils im corticalen Bereich lokalisierten Mechanismen, denen zweifellos für die Art der Wirkungsweise musikalischer Phänomene eine zentrale Bedeutung zukommt, bestehen weitere direkte und indirekte Verbindungen der spezifischen und der unspezifischen Hörbahn zu anderen Bereichen des cerebralen Systems, über deren Funktion bei der Auswertung der ankommenden codierten akustischen Informationen noch in vielen Teilen Unklarheit besteht. Darüber hinaus existieren direkte und indirekte Wechselbeziehungen zu den corticalen Bereichen des Gehirns, so

- 4 -

daß letztlich ein schwer durchschaubares Netzwerk hoher Leistungsfähigkeit entsteht, bei dem wir es mit ständigen Wechselwirkungen der funktionell unterschiedlich differenzierten Bereiche zu tun haben.

Einen Einblick in die vielfältigen Verbindungen des Neocortex mit den mediodorsalen thalamischen und den hypothalamischen Bereichen gibt das folgende Schema:

Abb. 1



A=Nucleus amygdalae
C=Cortex (versch.Bereiche)
CC=Corpus callosum
H=Hippocampus (v.Ber.)
HY=Hypothalamus
MD=mediodors.Thalamus
OG=Orbitaloberfl.d.Neocortex
OLB=Bulbus olfactorius
S=Septum

(vereinfacht nach Popper/Eccles, 1977, S.248)

1.3. Der Hypothalamus - Umschaltstelle zwischen zentralnervöser und hormonaler Regulation

Der Hypothalamus, entwicklungsgeschichtlich ältester Teil des Zwischenhirns, ist eine kleine trichterförmige Aussackung des Zwischenhirns (Diencephalon). Er wird von Nauta als "Knotenpunkt" der Schaltsysteme bezeichnet, die das basale limbische System mit dem "limbischen Mittelhirngebiet" verbinden (GLEES, 1971, S.192, S.186).

Es verlaufen Nervenfasern nahe dem Ventrikel zwischen Hypothalamus und Thalamus, der ja wiederum efferente und afferente Verbindungen mit dem Mittelhirn (Mesencephalon) besitzt. Darüber hinaus bestehen Verbindungen zum Temporallappen und zum Frontallappen des corticalen Bereiches. Durch Erregungskreise, die Verbindungen zur vegetativen Bahn des Rückenmarks (zum Grenzstrang des Sympaticus), zu den parasympatischen Kernen, zur Neurohypophyse, zum Thalamus und zur Rinde haben, entstehen vielfältige Möglichkeiten der Modifikation zwischen den funktionellen Einheiten.

Durch das Infundibulum bestehen wichtige Faserverbindungen zur Neurohypophyse (Hinterlappen), deren Besonderheit neben der elektrischen Impulsübermittlung im Transport von Neurosekreten besteht.

Das Hypothalamus ist vorwiegend aufgebaut aus einer Vielzahl von Kerngruppen (Nuclei) kleiner Neuronen, die mit einem dichten Blutkapillarnetz in Verbindung stehen. Zwischen Hypothalamus und Adenohypophyse existieren nur wenige neuronale Verbindungen. Die hypothalamische Kontrolle erfolgt hier über das hypophysäre Pfortadersystem (vgl. 1.5.).

Der Hypothalamus enthält eine Vielzahl sich gegenseitig überlappender Funktionssysteme. Nach W.R.Hess, Bargmann, Scharrer u. Sawyer lassen sich zwei Organisationsprinzipien unterscheiden:

1. die parasympatische oder sympatische vegetative Steuerung der Erfolgsorgane oder Organsysteme (rostro-caudale Zone),
2. die Beeinflussung (Aktivierung oder Hemmung) komplexer Funktionen und Verhaltensweisen des Gesamtorganismus.

Bisher konnten Bereiche für die Steuerung oder Beeinflussung folgender Funktionen nachgewiesen werden: Wärmeregulation, Gefäßerweiterung, Herzfrequenz, Blutdruck, Atemfrequenz, circadiane Rhythmen, Nahrungs- und Flüssigkeitsaufnahme, Kontrollen innerhalb des Verdauungstraktes, Kohlehydratstoffwechsel, Wasserhaushalt, Sexualverhalten, Aggressivität und Beruhigung.

Insgesamt scheinen aktivierende Zentren mehr lateral,"dämpfende" Zentren mehr medial lokalisiert zu sein. Aus den bisher bekannten Steuerungsfunktionen des hypothalamischen Systems werden die engen Verbindungen zwischen vegetativen und emotionalen Leistungen

deutlich, die auf die Tätigkeit der Erregungskreise zwischen Cortex, subcorticalen Gebieten und hypothalamischen Zentren schließen lassen. So scheint auch im Hypothalamus die Möglichkeit der bewußten Beeinflussung vegetativer Prozesse und umgekehrt die Beeinflussung bewußter Verhaltensweisen und Zustände durch vegetative Prozesse gegeben zu sein.

Ein Großteil der oben genannten Funktionen des Hypothalamus wird durch direktes Zusammenwirken mit der Hypophyse, die ihrerseits für die zentrale Steuerung der übrigen körpereigenen endocrinen Drüsen zuständig ist, bewerkstelligt, so daß man umgekehrt folgern kann, daß die Messung der Ausschüttung spezifischer Hormone der Hypophyse (als ausführendem Organ des Hypothalamus) in die Blutbahn auch Aussagen über die Aktivitäten des hypothalamischen Bereiches erlaubt, dessen Tätigkeit seinerseits in Wechselwirkung mit den übrigen cerebralen Steuerungssystemen (limbisches System, Thalamus, Cortex)steht. Dabei wirken sich die eingeschalteten Rückkoppelungsmechanismen zwischen endocrinen Erfolgsorganen, Hypophyse und Hypothalamus bei der Untersuchung erschwerend aus.

1.4. Endocrine Veränderungen als Reaktion auf musikalische Reize

An dieser Stelle ergibt sich die Möglichkeit eines Ansatzpunktes zum Rückschluß von endocrinen Veränderungen auf Funktionsabläufe im cerebralen System als Folge spezifischer Umwelteinflüsse. Zwar ist bekannt, daß sensorische (z.B. akustische) Reize aus der Umwelt im corticalen und reticulären Bereich mit Hilfe von Elektroden (quantitativ) meßbar sind; es gibt jedoch nur wenige direkt meßbare Nachweise für die Beeinflussung des sogenannten "unterbewußten" Bereiches durch Umwelteinflüsse.Einen Hinweis auf die Auslösung endocriner Mechanismen als Folge einer Reaktion auf Umwelteinflüsse bietet zum Beispiel die seit einigen Jahren bekannte Ausschüttung von ACTH als Zeichen von physischer oder psychischer Belastung.

Auf der Suche nach objektiven Meßverfahren zur Messung der Wirkungsweise der Musik wurde ein Verfahren entwickelt, das auf der oben beschriebenen Annahme beruht, daß cerebrale Reaktionen auch in Form charakteristischer Hormonfreisetzungen zum Ausdruck kommen. Diese Annahme wird auch von der Tatsache unterstützt, daß

sowohl eine elektrische Reizung des Nucleus amygdalae (limbischer Bereich) gleichermaßen wie eine elektrische Reizung des Hypothalamus eine erhöhte Tätigkeit im autonom-vegetativen System und gleichzeitig Verhaltensänderungen (Wut-, Fluchtreaktionen) zur Folge haben (Versuche von W.R.HESS, 1954).

Ein derartiges Verfahren bietet den Vorteil, daß bei Bestätigung der Hypothese, infolge der Meßbarkeit von Hormonen an beliebiger Stelle des Blutkreislaufes durch in neuerer Zeit entwickelte Hormonbestimmungsmethoden, Verbindungen zu cerebralen Wirkungsmustern hergestellt werden könnten (ähnlich den Messungen duch EEG). Dabei besteht die Hoffnung, daß die potentiell meßbaren Beziehungen zwischen der Rezeption von Musik und den gemessenen endocrinen Veränderungen Rückschlüsse nicht nur auf eine quantitative sondern auch auf eine qualitative Abhängigkeit erlauben könnten.

Da darüber hinaus bekannt ist, daß eine Beziehung zwischen dem endocrinen System und Veränderungen der Stimmungslage und des Verhaltens besteht (es sei hier nur an Pubertätsphase und Klimakterium erinnert), könnten umgekehrt bei einer evtl. nachweisbaren Beeinflußbarkeit des endocrinen Systems durch Musik psychische Komponenten mit Hilfe von Musik möglicherweise gezielt beeinflußt werden, eine Tatsache, die auf anderer Ebene, nämlich im Bereich der Musikpsychologie und Musiktherapie, schon als selbstverständlich vorausgesetzt wird (vgl. 4.2.). Darüber hinaus ließen sich auf endocrinologischer Ebene dann möglicherweise neue Aspekte für den musiktherapeutischen Einsatz von Musik nach den Kriterien hormonaler Wirksamkeit entwickeln.

Bevor jedoch näher auf die Entwicklung dieses Untersuchungsverfahrens eingegangen wird, soll hier zunächst noch ein kurzer Einblick in die hypothalamisch-hypophysischen Steuerungsmechanismen, die Rückkoppelung innerhalb des Hormonsystems und Wirkungsweisen der Hormone im Organismus gegeben werden, soweit sie für die im Folgenden beschriebenen Untersuchungen von Bedeutung sind.

1.5. Steuerung des Hormonsystems durch Hypothalamus und Hypophyse

Hypothalamus und Hypophyse fungieren zusammen als führendes Regler-Koordinator-Organ für das gesamte endocrine System, dessen primäre

Aufgabe die Aufrechterhaltung des physikalisch-chemischen Gleichgewichts des Stoff- und Energiewechsels ist (Homöostase), wobei von einer Wechselwirkung und Abhängigkeit zwischen dieser Funktion und der Funktion der Steuerung der Beziehungen zur Umwelt (Aktivität, Verhalten, Stimmungslage) ausgegangen werden kann.

Die entwicklungsgeschichtlich aus dem Zwischenhirn (Diencephalon) hervorgegangene Neurohypophyse steht durch Nervenfasersysteme, in denen die im Hypothalamus gebildeten Neurohormone zur Neurohypophyse transportiert werden, mit dem Hypothalamus in direkter Verbindung. Von der Neurohypophyse können die Neurohormone dann gespeichert und in den Blutkreislauf abgegeben werden.

Die Verbindungen zwischen Hypothalamus und Adenohypophyse werden neben wenigen neuronalen Verbindungen von einem ausgeprägten Blutgefäßsystem, dem Pfortadersystem, gebildet. In spezifischen, neurosekretorisch aktiven Regler-Schaltstellen,die mit Zellgruppen der Adenohypophyse mit spezieller Hormonproduktion eine funktionelle Einheit bilden, werden hypothalamische Hormone gebildet, die über das Pfortadersystem zur Adenohypophyse geleitet werden und so die Sekretion spezifischer Hormone kontrollieren. Die Freisetzung der hypothalamischen Hormone untersteht ihrerseits der Kontrolle durch aus anderen Neuronen freigesetzte Neurotransmitter (z.B. Dopamin, Noradrenalin, Serotonin, Acetylcholin) (MALKINSON, 1977, S. 78).

Einige der in verschiedenen Bereichen des Hypothalamus gebildeten Neurohormone wirken als "Releasing Factors" (Freisetzungsfaktoren), andere als "Inhibitory-Factors" (Hemmfaktoren) über die Portalgefäße auf die spezifischen Zelltypen der hormonproduzierenden Zellen der Adenohypophyse ein. Dabei existiert für jedes Hormon der Adenohypophyse ein spezifischer "Releasing Factor" und wahrscheinlich ein spezifischer "Inhibitory Factor".

Es konnten bisher hypothalamische "Releasing Factors" für die Hypophysenhormone Somatotropin (STH), follikel-stimulierendes Hormon (FSH), Luteinisierungs-Hormon (LH), adrenocorticotropes Hormon (ACTH), Thyreotropin (TSH) und Prolaktin (PRL) im Hypothalamusgewebe nachgewiesen und zum Teil isoliert werden.

Während die von der Neurohypophyse an die Blutbahn abgebenen Hormone (Vasopressin, Oxytocin) ihre Wirkungszentren direkt be-

einflussen, zeigen die von der Adenohypophyse freigesetzten Hormone zum Teil indirekte Wirkung, indem sie die Hormonproduktion untergeordneter endocriner Drüsen steuern. Aufgrund der in den untergeordneten endocrin aktiven Organen gebildeten Hormone erfolgt eine Rückmeldung an die Hypophyse (feed-back). Dadurch entstehen komplexe Regelkreise, die in ihrer Gesamtheit und ihren Wechselwirkungen noch nicht restlos geklärt sind.

Ein Hormon, dessen breites Wirkungsspektrum erst in den letzen Jahren aufgrund neuartiger Bestimmungsverfahren näher untersucht werden konnte, ist das von der Hypophyse freigesetzte Prolaktin. Es konnte nachgewiesen werden, daß es sich beim PRL um ein Hormon handelt, das unter anderem mit der Auslösung spezifischer Verhaltensmuster in direktem Zusammenhang steht, vielleicht sogar ursächlich mit ihrer Auslösung betraut ist. Sein Wirkungsspektrum soll daher im Folgenden zunächst näher betrachtet werden.

1.6. Das Wirkungsspektrum des Prolaktins (PRL) (=LTH, luteotrophes Hormon)

Das wahrscheinlich bei allen Wirbeltiergruppen in den erythrosinophilen eta-Zellen (acidophiler Zelltyp) der Adenohypophyse synthetisierte Prolaktin hat, wie man heute weiß, neben seiner seit längerem bekannten Funktion der Steuerung der Milchsekretion (Lactation) der Brustdrüse nach Oestrogen- und Progesteronvorbereitung bei Frauen ein außerordentlich vielfältiges Wirkungsspektrum. Die Funktionen von Prolaktin beim Mann waren dagegen bis vor wenigen Jahren unbekannt. Infolge intensiver Untersuchungen der letzten 2o Jahre bei verschiedenen Tiergruppen und beim Menschen kennt man heute mehr als 1oo weitere Wirkungen des PRL. V.BLÜM (1977) faßte die bisher bekannten (z.T. in kausalem Zusammenhang stehenden) Steuerungsfunktionen in 6 Gruppen zusammen:

1. Osmomineralhaushalt
2. Effekte auf das Integument
3. Brutpflegemotivation und -verhalten
4. Somatisches Wachstum
5. Fett- und Kohlehydratstoffwechsel
6. Wirkungen auf die Gonaden.

Blüm bezeichnet Prolaktin als ein "Vielzeckhormon, das nicht auf die Überwachung einer einzelnen Funktion oder Funktionsgruppe hin "innerhalb der Phylogenese spezialisiert worden ist (BLÜM, 1977, S. 58).

Aus diesem Grunde wird angenommen, daß Prolaktin für die Kontrolle plötzlich notwendiger Prozesse (wie z.B. Adaption an eine ökologische Nische) zuständig war und somit zur Aufteilung der Wirbeltiergruppen signifikant beigetragen haben könnte (evolutionistischer Faktor). So liegt auch die Rolle von Prolaktin im Bereich der Verhaltenssteuerung (als später hinzugekommener Funktion) bei der Fortpflanzung weniger bei der Sexualität, sondern bei der Erhaltung der Nachkommenschaft. Am Beispiel des Brutpflegefächelns bei Fischen wurde so ein Modell hormonal-neuraler Interaktionen bei der Verhaltenssteuerung entwickelt, das das Vorhandensein eines prolaktinsensitiven Regulationszentrums voraussetzt (FIEDLER, 1974, BLÜM, 1976). Darüber hinaus gibt es inzwischen zahlreiche Belege für direkte Wechselwirkungen zwischen externen Stimuli, dem hormonalen Status und Verhalten (vgl. z.B. HINDE, 1972, S. 81-1o1). Psychogene Wirkungen des Prolaktin beim Menschen sind ebenfalls zu erwarten, wenn auch instinktgebundene Verhaltensweisen infolge Lernfähigkeit durch Erfahrung verdeckt und daher schwer isoliert nachweisbar sein werden. (Blüm schlägt z.B. eine Analyse menschlicher Verhaltens- bzw. Gefühlsverschiebungen im Laufe der Schwangerschaft im Vergleich zu gestörten Abläufen in Abhängigkeit vom Prolaktinspiegel vor) (BLÜM, 1977, S. 56-6o; NICOLL, 198o, S.2563-2566).

In den letzten Jahren konnte gezeigt werden, daß nicht nur die Prolaktin-Sekretion selbst Schwankungen unterliegt, sondern daß auch die Sensitivität der Zielorgane für Prolaktin Veränderungen unterliegt, die wahrscheinlich durch Veränderungen der Cortico-Steroid-Sekretion induziert werden. Bisher konnten drei verschiedene Formen des Prolaktin mit unterschiedlichem Molekulargewicht nachgewiesen werden, die vermutlich ähnlich dem Somatotropin eine unterschiedliche biologische Aktivität aufweisen (JAFFE, 1981,S.6) DJURSING et al. untersuchten die physiologischen Schwankungen der Plasma-Prolaktin-Konzentration bei 65 Männern und 382 Frauen, wobei die Kurzzeitschwankungen, die tageszeitlichen, sowie die Schwankungen von Tag zu Tag und die monatlichen Schwankungen bestimmt wurden (DJURSING et al., 1981, 97, S.1-6).

Während die Kurzzeitschwankungen (t = 15 min) praktisch keine signifikanten Änderungen aufwiesen (Männer und Frauen), zeigten die tageszeitlichen Untersuchungen 2 - 3mal höhere Werte während der Schlaf-Phase als während der Wach-Phase, wobei die Änderungen jeweils erst ca. 1 - 2 Stunden nach der Phasenänderung meßbar waren, obwohl die Halbwertzeit des PRL nur wenige Minuten beträgt (Sekundärreaktion als Folge auf die Reaktion eines übergeordneten cerebralen Steuerungsmechanismus ?). Weiterhin fiel auf, daß die Schwankungsbreite der PRL-Sekretion während der Schlaf-Phase signifikant größer war als während der Wachphase und abhängig ist vom Zeitpunkt des Schlafes zwischen 22^{00} und 8^{00} Uhr und vom Meßzeitpunkt innerhalb des Menstruationszyklus (bei Frauen).

Wie die Untersuchungen von Aschoff (1978, S.172-181) und Ehara et al. (1973, S. 962-970) zeigen, sind Tag-Nacht-Schwankungen für PRL besonders markant, während bei TSH, ACTH, LH keine signifikanten Unterschiede zwischen Schlaf- und Wachperiode meßbar waren.

Während des letzten Schwangerschaftdrittels wie auch bei Patienten mit Prolaktin sezernierenden Tumoren ist die Tagesperiodik nicht vorhanden. Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß die endogene Steuerung der Tag-Nacht-Periodik für verschiedene Tag-Nacht-abhängige Systeme, z.B. Körpertemperatur und Urin-Cortisol-Exkretion, von ganz unterschiedlichen Steuerungsmechanismen abhängig und daher verschieden stark beeinflußbar ist (ASCHOFF, 1978, S. 172-181), woraus man schließen kann, daß es unterschiedlich stark beeinflußbare autonome Steuerungssysteme geben muß (vgl. FRANTZ, 1979, S. 175-186).

Den Untersuchungen von DJURSING et al. (1981) zufolge zeigten sich beim Vergleich der PRL-Freisetzung ins Blut über mehrere Tage hinweg bei den weiblichen Probanden größere Schwankungen als bei den männlichen. Die Messungen der monatlichen Schwankungen ergaben mit Ausnahme einer signifikanten Erhöhung bei Frauen im September und Oktober keine Unterschiede.

Weiterhin zeigte sich, daß Frauen vor der Menopause eine signifikant höhere PRL-Konzentration aufweisen als Männer sowieFrauen nach der Menopause. Die Plasma-PRL-Werte der prämenopausalen Frauen waren während der ovulatorischen sowie während der Luteal-

Phase signifikant höher als während der Follikularphase (DJURSING et al., 1981, 97, 1-6).

Bei zahlreichen Tierarten und beimMenschen konnte nachgewiesen werden, daß Oestrogene, die dem Muster endogener Oestrogene während des normalen Menstruationszyklus und während der Schwangerschaft gleichen, die Prolaktin-Sekretion stimulieren. Nach der Geburt fallen die basalen Prolaktinwerte bei der Mutter ab, während beträchtliche Prolaktinmengen in der Amnionflüssigkeit von Neugeborenen gefunden werden. Bei stillenden Müttern werden in den ersten drei Monaten während des Stillens Prolaktin-Freisetzungen durch Mamillen-Stimulation hervorgerufen, die auch noch über die Stillperiode hinaus anhalten, aber unregelmäßiger und geringer werden (FRANCHIMONT, 1975, S. 4o1). Ob die in diesem Zeitraum feststellbare erhöhte psychische Sensibilität in ursächlichem Zusammenhang mit der gesteigerten Prolaktin-Freisetzung steht, konnte bisher nicht eindeutig nachgewiesen werden. Eine derartige Vermutung scheint jedoch naheliegend zu sein.

Ein weiteres markantes Merkmal des Prolaktinsystems ist die in jüngster Zeit gezeigte Abhängigkeit der PRL-Sekretion von physischen und psychischen Belastungen, die hier in Anlehnung an den allgemeinen Sprachgebrauch als "Streß" bezeichnet werden sollen. Dabei konnte festgestellt werden, daß Einflüsse verschiedener Situationen, die mit Streß verbunden sind, eine erhöhte Prolaktin-Freisetzung zur Folge haben. Bei Frauen ergab sich dabei meist ein stärkerer Anstieg des freigesetzten Prolaktins als bei Männern. Einen besonders markanten Anstieg auf den 5-fachen Wert ergaben Messungen unter Vollnarkose während und nach Operationen. Ein noch steilerer Anstieg des Prolaktin-Spiegels zeigte sich 1o - 3o Minuten nach dem Sexualverkehr, wobei Frauen eine Steigerung auf den mehr als 1o-fachen Wert im Vergleich zur 2o Minuten davor liegenden Messung aufwiesen. Bei Männern war die zu beobachtende Erhöhung weniger markant. Noel et al. führen diesen beträchtlichen Anstieg des Prolaktinspiegels nach dem Sexualverkehr auf einen nicht mit Streß assoziierten Auslöser zurück, von dem bisher nichts bekannt ist (NOEL, SUH, STONE, FRANTZ, 1972,S.84o-851).

Endocrine Reaktionen auf akustische Dauerbelastung wurden in jüngster Zeit von A.Favino untersucht. Dabei wurden die Veränderungen der Hormonkonzentration vor, während und nach dem Einschal-

ten eines 1oo Dezibel starken Dauergeräusches bestimmt. Wie aus den ermittelten Werten hervorgeht, kann im Gegensatz zum vorgespielten unterbrochenen Geräusch bei Dauerbelastung des 1oo dB lauten Geräusches ein schneller Anstieg des im Blut kreisenden Prolaktins festgestellt werden, der jedoch bald darauf trotz gleichbleibender akustischer Belastung wieder abfällt, um dann nach 4o Minuten Pause wieder steil anzusteigen (Sekundärreaktion ?). Die Primärreaktion der Prolaktin-Freisetzung folgt also dem Reiz außerordentlich schnell (A.FAVINO, 1978, S.27o-273).

Außer infolge der bisher genannten Ursachen kann eine verstärkte Prolaktin-Ausschüttung erreicht werden mit Hilfe von synthetischem TRH, durch psychotrope Medikamente, sowie durch infolge Störungen des Inselapparates bedingte Hypoglykämien.

Hemmung der Prolaktin-Ausschüttung kann durch Gaben von L-Dopa und durch Mutterkornalkaloide (z.B.Bromocryptin) erzielt werden.

Untersuchungen der letzten Jahre zeigen, daß die Prolaktinsekretion von dem im Hypothalamus von den sogenannten TIDA-Neuronen gebildeten Dopamin kontrolliert bzw. gehemmt wird (TIDA-tuberoinfundibular dopamine). Da PRL wiederum in der Lage ist, die Aktivität der TIDA-Neurone zu stimulieren, kann man davon ausgehen, daß es sich hier um eine Schleife eines Regelkreises handelt, der dazu dient, die PRL-Sekretion im physiologischen Bereich zu halten (vgl. MELTZER, 1981, S. 12o3-12o5).

Eine direkte Abhängigkeit des Prolaktinspiegels von LH- und FSH-releasing factors scheint nicht gegeben zu sein (FRANCHIMONT, 1975, S. 4o1). Man nimmt an, daß vom Hypothalamus aus die Prolaktinfreisetzung vorwiegend gehemmt wird.

Weiterhin gibt es inzwischen Anhaltspunkte dafür, daß Prolaktin die Aktivität der Dopamin-sezernierenden Neurone des limbischen Systems und des Striatum stimulieren kann, den Umsatz des Acetylcholin modifizieren und die neuroleptisch induzierte Erhöhung der Empfindlichkeit der Rezeptoren für Dopamin im Striatum beeinflussen kann. Außerdem scheint Prolaktin in Wechselbeziehung zu stehen mit antipsychotischen Effekten neuroleptischer Arzneimittel.

Tierversuche weisen darauf hin, daß ein unterschiedliches Gleichgewicht zwischen PRL und dopaminergen Mechanismen (Dopamin stellt wahrscheinlich den physiologischen PIF dar [Mac Leod, 1976, S. 169-194])direkten Einfluß auf das Verhalten bei Tieren, die als "tierische Depressionsmodelle" bezeichnet wurden, hat (MELTZER, 1981, S. 1205).

Eine Übersicht über die bisher bekannten Faktoren, welche die PRL-Sekretion beeinflussen, gibt FLÜCKIGER (1977, S.62-65). Aus den von ihm erstellten Tabellen wird deutlich, daß bis heute 5 Inhibitoren und 18 verschiedene Stimulatoren der PRL-Sekretion ermittelt werden konnten. Als physiologische Ursachen erhöhter PRL-Sekretion gelten neben den oben diskutierten (Schlaf, Stress, Coitus, Schwangerschaft, psychologische Ursachen) auch körperliche Tätigkeit,Hypoglycämie, Reizung der Brustwarzen,Östrogene, postpartale Laktation, die Prae- und Perinalphase des Kindes. Daneben sind mehr als 14 pathologische Ursachen erhöhter Prolaktin-Sekretion bekannt (z.B.hypothalame Störungen, Hypophysen-Tumoren, Leber-Zirrhose, Nierenversagen, Thoraxtrauma, Hypophysenstieldurchtrennung, sekundäre Erhöhung nach Infektionskrankheiten, Enzephalitis).

Seit in jüngster Zeit aufgrund der Entdeckung und intensiven Untersuchung der körpereigenen Opiate, der Endorphine, auch deren Auswirkungen auf das endocrine System immer offensichtlicher wurden, konnte inzwischen unter anderem auch die Beeinflussung der Prolaktin-Sekretion durch endogene Opiate untersucht werden. Es zeigte sich, daß sowohl Met-Enkephalin als auch ß-Endorphin die Prolaktin-Sekretion auf indirektem Weg über Dopamin erheblich beeinflussen können, indem sie die inhibitorische Wirkung des Dopamin (siehe oben) auf die Prolaktin-Freisetzung unterdrücken, eine Wirkung, die durch steigende Gaben von Naloxon wieder rückgängig gemacht werden kann (vgl. auch Abschnitt 4.1.) (ENJALBERT et al., 1979, S.595-597).

2. Entwicklung eines Versuchsansatzes zur Untersuchung der Wirkungsweise musikalischer Stimulation auf das Prolaktinsystem

Die im letzten Abschnitt referierten bisher gemachten Untersuchungen bestätigen einerseits die enge Koppelung des Prolaktinsystems mit cerebralen Schaltungsmechanismen, andererseits läßt

sich aus den Reaktionen des Prolaktins auf induzierten Streß, vor allem aber aus der außerordentlich hohen Steigerung des Prolaktinspiegels nach dem Sexualverkehr der Schluß ziehen, daß durch exogene Einflüsse (Umweltreize) eine Reaktion des Prolaktinsystems induziert werden kann, eine Tatsache, die aus dem Tierreich in Form von Schlüsselreizen, die ja einen bestimmten funktionellen Ablauf innerhalb des Organismus induzieren, bekannt ist, Schlüsselreize, ohne die spezifische Funktionskreise nicht aktiviert werden können. Beim Menschen wird aufgrund der Durchdringung dieser auch vorhandenen Mechanismen infolge von noch weitergehender Überlagerungen durch Denk-, Erfahrungs- und Lernprozesse die Entschlüsselung der bei der Ausprägung spezifischer Verhaltensmuster ablaufenden Funktionskreise wesentlich erschwert. (Es sei auf psychologischer Ebene nur an das heute fast unüberschaubare Feld psychoanalytischer Denk- und Forschungsrichtungen erinnert.)

Eine Koppelung neurophysiologisch-endocriner Untersuchungsmethoden mit den Grundlagenforschungen der Musikpsychologie und Musiktherapie bietet der von mir entwickelte Versuchsansatz, der ermitteln sollte, ob eine Beziehung zwischen der Menge des von der Hypophyse ins Blut freigesetzten Prolaktins und der Rezeption von Musik besteht.

Weitergehend formuliert könnte die Fragestellung lauten: Können die cerebralen Wirkungsmechanismen von Musik (auf den Menschen) in Form einer Veränderung der hypophysären Freisetzung von Prolaktin in die Blutbahn gemessen("entschlüsselt") werden ?
Sollte sich diese Hypothese bewahrheiten, wäre als ein weiterer Schritt die Frage zu untersuchen, ob sich aus den quantitativen Abhängigkeiten auch qualitative Beziehungen ergeben, die - um die theoretische Konsequenz dieser Hypothese zu Ende zu durchdenken, sei diese etwas utopisch scheinende Folgerung erlaubt - Aussagen über die spezifischen Wirkungsmuster unterschiedlicher Musik ermöglichen könnte. In diesem Punkt ergäben sich bei Bestätigung der Hypothese zahlreiche Möglichkeiten nicht nur der gezielten therapeutischen Anwendung von Musik im Bereich der Musiktherapie und Musikpsychologie, sondern darüber hinaus könnten die Versuche als ein Schritt bei der Analyse der Rolle des Endocrinsystems im Hinblick auf seine psychogene oder seine

Mittler-Funktion zwischen "Körper" und "Geist" betrachtet werden

3. Die Untersuchungen

3.1. Versuchspersonen und Methode

3.1.1. Versuchspersonen

Als Versuchsteilnehmer wurden 32 Personen (22 Frauen und 1o Männer) im Alter zwischen 16 und 32 Jahren ausgewählt, die sich aufgrund von in der Universität Frankfurt/M, der Technischen Hochschule Darmstadt, der Musikhochschule Frankfurt und im Hessischen Rundfunk ausgehängten Teilnehmerwerbeinfos freiwillig und unentgeltlich für die Untersuchungen zur Verfügung stellten. Bei den freiwilligen Teilnehmern des Hessischen Rundfunks handelte es sich ausschließlich um tontechnisch Bedienstete, also um eine Gruppe, deren Homogenität in einer beruflich bedingten täglich mehrstündigen Beschallung mit Musik und Wort gesehen werden kann. Bei den freiwilligen Probanden aus den Bereichen der Universität (einschließlich Klinikum) und der TH-Darmstadt handelt es sich vorwiegend um Studenten meist naturwissenschaftlicher Fachrichtungen, zum Teil um Universitäts- (bzw.Klinikums-) angestellte, eine inhomogene Gruppe in Bezug auf musikalisches Interesse, musikalische Kenntnisse, Bildung oder Ausbildung. Die am Versuch teilnehmenden Studenten der Frankfurter Musikhochschule können bezüglich ihres erhöhten musikalischen Interesses, ihrer musikalischen Kenntnisse und ihrer musikalischen Vorbildung dagegen wieder als homogen eingestuft werden.

Eine umfassende Übersicht über die Einzeldaten der freiwilligen Versuchsteilnehmer gibt die folgende Tabelle 1.
Die Versuche wurde in einem ablenkungsarmen, mit 2o-24°C zentralbeheizten Raum des Universitätsklinikums Frankfurt am Main durchgeführt. Da sich jeder Proband ca. 3-4 Std. in dem Raum aufhalten sollte, wurde ein individuell verstellbarer, bequemer Sessel mit Fußstütze zur Verfügung gestellt. Im übrigen wurde die Ausstattung möglichst unauffällig gehalten. Die zur Blutentnahme erforderlichen Utensilien wurden, soweit möglich, außerhalb des Sichtbereichs der Versuchsteilnehmer abgestellt.

Tab. 1

Name	Geschl.	Geburtsdatum	Alter	Versuchsdatum	Zyklustag	Indikationen	Besonderh.	H_1	H_2
Ch.F.	W	22.2.1959	23	11.12.1978	1o.	Langwuchs (2 Tg. zuvor), 1 Tas. Kaffee zuvor mittags	keine	Bolero (Ravel)	Esther Ofarim: 2 Folk.Lieder
"	"	"	24	9.8.1979	19.	keine	keine	Bolero (Ravel)	Esther Ofarim: Song of a French Partisan (J.v)
M.D.	W	9.3.1956	22	1.12.1978	27.	Ov.-hemmer Mikrogynon	keine	9.Sinf. (Beethoven)	Arie aus "Fliegender Holländer" (Wagner)
A.A.	W	29.9.1959	19	19.12.1978	3.	keine	keine	9.Sinf. (Beethoven)	4.Satz Klavier-sonate (Debussy
S.C.	W	19.1o.1959	2o	29.9.198o	18.	Oligravidien nur 4 St. Progestasert (Gebärmutter)	geschlafen (7-11 Uhr)	Bolero (Ravel)	Baby J (J.Armatrading)
Cr.F.	W	16.9.1962	16	11.12.1978	14.	keine	keine	Bolero (Ravel)	Barclay J. Harvest(Gesang)
"	"	"	16	9.8.1979	23.	keine	keine	Bolero (Ravel)	Mr.Bojangles
S.D.	W	17.5.1961	17	28.1o.198o	2o	keine	leicht. Eisenmangel, Kno. im Sept.	Bolero (Ravel)	Klavierson. C (KV 3)n)Mozart Andante u. Allegretto
U.W.	W	3o.5.1962	3o	14.9.198o	9.	Ov.-hemmer "Diane" (Schering, Berl.)seit 1,5 Jahren: "Conduction", (Retrorektoskopie-resultate, Ind.2.Tg. 1/2 Tabl.	keine	Bolero (Ravel)	"Winterstürme wichen dem Wonnemond" aus "Die Walküre (1.Akt,letzter Teil) von Richard Wagner
M.S.	W	29.1o.1954	24	17.11.1978	23.	keine	keine	Ch.Aznavour	Ch.Aznavour: 2 Chansons)
U.R.	W	13.9.1962	17	4.3.1992	4.	keine	keine	Bolero (Ravel)	Flötenson.f.Querflöte und Klav.(Martinu)
S.R.	W	25.2.1963	17	25.11.198o	27.	Ov.-hemmer Stediril-d	(lös während Abnahme o.B)	Bolero (Ravel)	Triplkonzert op 56, 3.Satz (Beethoven)
M.H.	M	18.3.1956	22	29.12.1978	--	keine	keine Blutgr. O pos. (Kunstlicht zusätzl.)	3.Sinf. (Beethoven)	Frank Zappa
H.P.	M	13.3.1958	2o	27.12.1978	--	keine	keine	9.Sinf. (Beethoven)	Salomes Tanz (R.Strauss)
P.C.	M	18.1o.1959	26	26.11.198o	--	keine	keine (Kanüle Luftsche langsam	Bolero (Ravel)	Dubliners (Irische Folklore)
C.L.	M	22.7.1959	2o	22.12.1978	--	keine	keine	5.Sinf. (Beethoven)	Zorba's dance u.einen weiteren Titel a.d.Film "Z"

M.H.	W	26.12.1948	31	26.1o.198o	14	keine Ov.-hemmer	Horm.Zykl. 33 Tage, 2 Fehlgeburten, zuletzt Frühjahr/ Sommer 79	Rauschen	Bolero(Ravel), M."Der Wegweis dds Wirtshaus, Hut" aus "Die Winterreise" v Fr.Schubert, D.F.-Diskau (Bariton)
Co.S.	W	8.8.1954	25	4.9.1981	13	Ov.-hemmer: Stedilin	keine	Rauschen	Bolero (Ravel)
C.T.	W	18.2.195o	3o	.1o.198o	27	Ov.-hemmer: Diane seit 1,5 Jh.	keine	Rauschen	Bolero (Ravel)
C.W.	W	29.1.1956	24	9.1o.198o	17	Sequilar (Schering) (2 Phasen)	keine	Rauschen	Bolero (Ravel)
C.S.	W	28.1o.1961	2o	22.3.1982	1o	keine	keine	Rauschen	Bolero (Ravel)
R.Sch.	W	2.9.195o	3o	27.11.198o	8	keine chem. Ov.-hemmer (Spirale)	früher Blut-anämie	Rauschen	"Four strong winds", (Neil Young) "Many Rives to cross"(J.Cliff)
H.H.	W	29.9.1957	23/24	26.9.1981	19	keine	Zyklus-dauer un-regelm., manchmal länger, 1.Ovulä-le sofort verstopft	Rauschen	eigenprodukt. Spielenspiel (Zeit incl. Stimmzeit)
L.D.	W	24.1o.1957	23	7.9.1981	12	keine	Versuch abgebro-chen	Rauschen	Neil Young
K.S.	M	8.6.1952	29	23.9.1981	--	keine	raucht Pfeife, (3/4 der Zeit) 2 x o,5 l Bier	Rauschen	"Thrill is gone" (B.B.King)
G.H.	W	2.9.1949	31	28.11.198o	2	Phlogose (gegen Un-terleibs-reizung) bis vor 14 Tgn.		Sultans of Swing(Dire Straits)	Rauschen
U.H.	W	16.9.1961	2o	9.3.1982	1o	keine	keine	Bolero (Ravel)	Rauschen
H.D.	M	15.6.1958	23	11.3.1982	--	keine	keine	Bolero (Ravel)	Rauschen
S.S.	W							Bolero (Ravel)	Rauschen
U.D.	M	18.5.1955	26	15.2.1982	--	keine	z.Zt. in Prüfungs-angst (Physikum in 4 Wch.)	Bolero (Ravel)	Rauschen

.1.2. Auswahl und Darbietung der Musik

Im Vorversuch wurden zweien von insgesamt drei Versuchspersonen (im Folgenden mit VP abgekürzt) 3 Musikbeispiele vorgespielt. Davon war die erste Musik ein vom Versuchsleiter ausgewähltes Stück, das psychologischen und musiktherapeutischen Untersuchungen zufolge vitalisierenden, aber keinen aggressionsfördernden Charakter hat: L. van Beethoven: 3.Sinfonie, 3.Satz: Scherzo. Jedes der weiteren Musikstücke war von einer der VP'en als Lieblingsstück frei gewählt worden.

Da es aufgrund der Neuartigkeit der Versuche bisher keinerlei Anhaltspunkte oder Richtlinien für endocrine Wirksamkeiten bestimmter Musik gibt, wurde beim Hauptversuch auf eine stete Einheitlichkeit der Musik bei allen VP'en verzichtet, so daß als erste Musik, die wieder vom Versuchsleiter bestimmt wurde, insgesamt 2 verschiedene Musikstücke auf ihre endocrine Auslösefunktion hin getestet wurden. Diese wurden aufgrund des vorwiegend rhythmischen Elements einerseits, aufgrund des dramatischen Moments andererseits, weiterhin aufgrund ihrer Länge und ihrer auch für musikalisch Inaktive relativ geringen Fremdartigkeit ausgewählt (Näheres unter Abschnitt 3.3.1.). Als zweite Musik hatte der jeweilige Proband vorher wieder ein beliebiges Musikstück als Lieblingsmusik nach eigenen Wünschen frei bestimmt, so daß bei dieser Musik ein breites Spektrum musikalischer Stilrichtungen in den Versuch einging und die subjektiv von der VP empfundene höchste Wirksamkeit gegeben war. Eine Übersicht über die bei der jeweiligen VP verwendeten Musikstücke gibt Tabelle 1.

Die Übermittlung der Musik erfolgte mit Hilfe von Schallplatten über eine hochwertige Hifi-Stereoanlage mittels zweier Lautsprecherboxen, die auf Ohrhöhe in ca. 2 m Entfernung von den Probanden aufgestellt waren und mit der Versuchsperson etwa ein gleichschenkliges Dreieck bildeten. Infolge des 3,5 m hohen Raumes entstand ein leicht erhöhter Hallpegel, der nur geringfügig korrigiert wurde, da hierdurch ein wenig der Eindruck einer "Konzertsaalatmosphäre" entstand. Der Lautstärkebereich der Musik wurde auf 60 - 95 dB(A) festgelegt (ppp-Stellen bei ca. 60 dB (A), fff-Stellen ca. 95 dB(A)), wobei die Lautstärke mit Hilfe eines

dB-Meßgerätes der Firma Noris, Modell NM-3, neben dem Ohr des Probanden gemessen wurde.

3.1.3. Vorversuche

Zur Erprobung der Versuchsmethode und zur Ermittlung erster Ergebnisse wurde in einem Zeitraum von max. 3 Stunden von 3 Personen pro Proband zwischen 7 und 9 mal eine Blutprobe von 1o ml entnommen. Im Verlauf der 3 Stunden wurden allen Teilnehmern (2 Männer im Alter von 29 Jahren, 1 Frau im Alter von 24 Jahren, alle 3 musikalisch inaktiv) 3 Musikstücke vorgespielt, ein weiteres wurde nur dem weiblichen Probanden vorgespielt. Als erste Musik wurde der 3. Satz der 3. Sinfonie (Eroica) von L.van Beethoven vorgespielt. Danach wurden die von den VP'en selbst bestimmten Musikstücke (Lieblingsmusik) vorgespielt. Versuchsperson A.T. hatte das dritte, N.F. das zweite und R.St. das vierte Musikstück als Lieblingsmusik bestimmt. Die vierte Musik wurde aus Zeitgründen nur noch R.St. vorgespielt. Zwischen den Musikdarbietungen lagen jeweils Pausen von 2o-4o Minuten. Die Blutentnahme erfolgte über eine am Anfang des Versuches an nicht störender Stelle (Arm) eingesetzte Venenverweilkanüle (Braunüle) von 1,2o mm bis 1,4o mm Dicke, wodurch Störungen bei den späteren Entnahmen möglichst gering gehalten werden sollten.

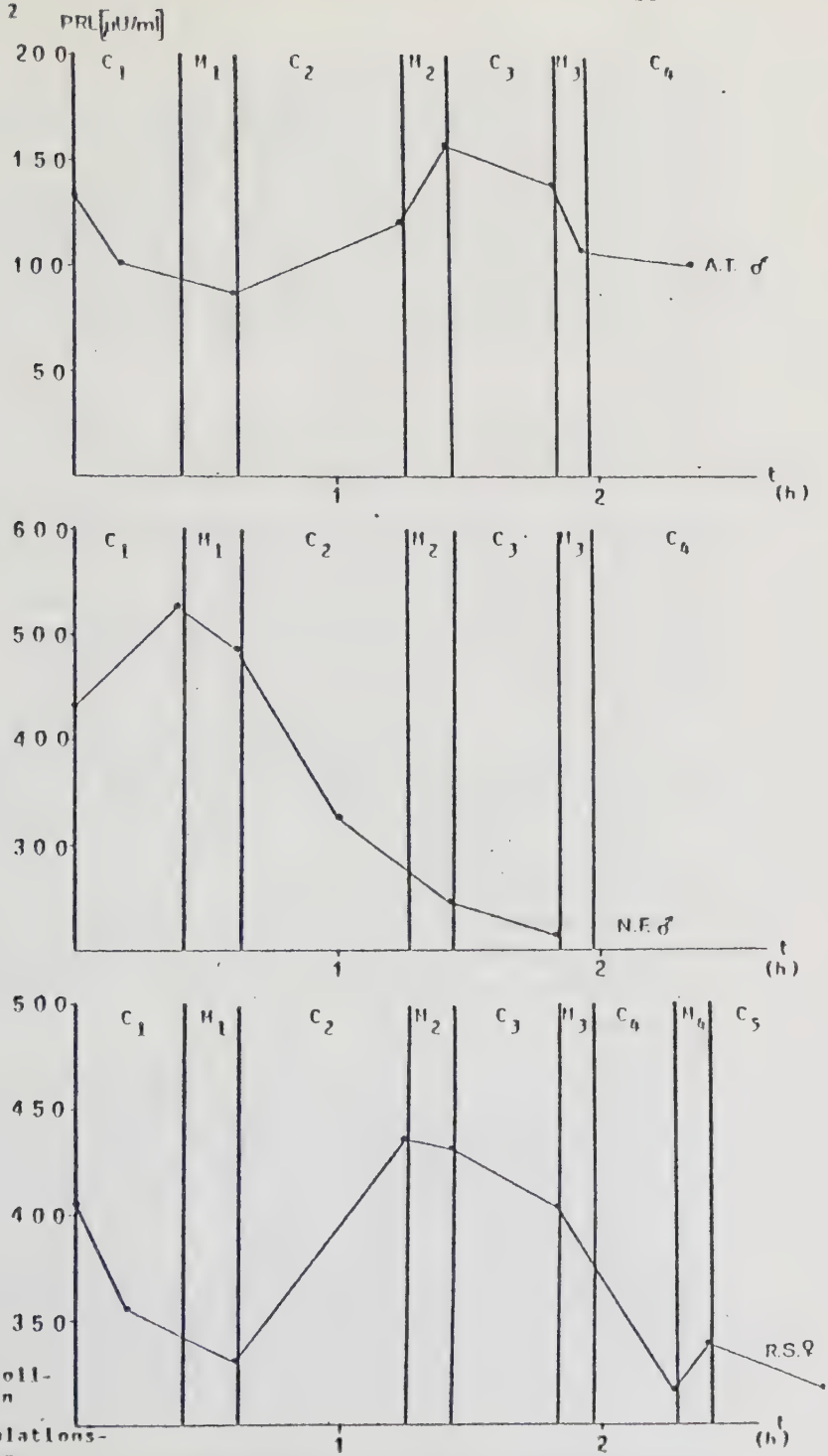
3.1.4. Prolaktin-Bestimmungsverfahren

Die Bestimmung des Prolaktingehaltes im Blut erfolgte nach Isolierung des Serums durch Zentrifugieren (1o Min. bei 6ooo U/min) mit Hilfe von Radioimmunoassay. Dabei wurde zur Reduzierung der Schwankungsbreite der Ergbnisse die Bestimmung aller Seren eines Probanden mit dem gleichen Assay-Ansatz vorgenommen (Duplikat- und Triplikat-Bestimmung sowie Bildung von Mittelwert und Überprüfung durch Standardabweichung.

3.1.5. Kurzbeschreibung der Vorversuche und Verbesserung des Verfahrens

Die Ergebnisse des ersten Vorversuches sind in Abb. 2 wiedergegeben. Die Abszisse gibt die Zeiteinheit in Stunden und Minuten an, die Ordinate die Menge des im Blutserums vorhandenen Prolaktins (in uU pro ml). Die ermittelten Prolaktinwerte wurden durch kleine Kreise markiert, die zur Verdeutlichung der Verläufe als ge-

Abb. 2



$C_1 \ldots C_5$=Kontroll-phasen

$H_1 \ldots H_4$=Stimulations-phasen

Graphische Darstellung der Ergebnisse des

rade zu einer Kurve verbunden wurden.

Insgesamt gesehen zeigen die Kurven keine signifikanten unmittelbaren Änderungen der Werte vor und unmittelbar nach der Musik gegenüber Werten während der Musik. Aufgrund der bei der Bestimmung vorkommenden Toleranzen kann man lediglich bei A.T. (♂) einen leichten Anstieg während der zweiten Musik (Edv. Grieg, Morgenstimmung) und bei R.St. (♀) bei der selbstausgewählten Lieblingsmusik erkennen. In den übrigen Fällen sind keine Reaktionen bzw. ein leichtes Absinken der PRL-Wertes im Serum feststellbar.
Da aus diesem Versuch einige Probleme deutlich wurden, so z.B. das zeitweilige Verstopfen der Kanüle und die gegenseitige Beein-flussung der VP'en während des Versuchs, wurden zur Aufstellung der ersten Versuchsreihe folgende Punkte verbessert:

1. Um die gegenseitige Beeinflussung auf die unvermeidbaren Kontakte zwischen VP und der den Versuch leitenden Person zu beschränken, wurde an jedem Tag jeweils nur 1 VP untersucht.

2. Um eine störungsfreie Blutentnahme zu gewährleisten, wurden nach jeder Entnahme o,5 ml einer Mischung aus isotonischer Kochsalzlösung und Liquemin (25oo IE Liquemin pro 5oo ml Kochsalzlösung) zur Verhinderung der Gerinnung in der Kanüle injiziert. Bei der Entnahme wurden dann jeweils die ersten 2 ml Blutserum verworfen.

3. Als günstigster Entnahmeabstand in Abwägung der Belastbarkeit der Probanden und der erheblichen Kosten des Radioimmunoassay wurde ein Abstand der Entnahmen von 1o - 2o Minuten in den musikfreien Perioden, von 3 - 7 Minuten in den Musikperioden gewählt.

4. Um die unabhängig von der akustischen Stimulation auftretenden Konzentrationsänderungen des Prolaktin (vgl.Abschnitt in etwa erfassen zu können, wurde die erste Kontrollperiode (Zeit vor der ersten Musik) in zwei Phasen (I-Initialphase und C_1-Kontrollphase 1) unterteilt und auf insgesamt 1,3 Stunden erweitert.

5. Zwischen den Phasen der akustischen Stimulation wurden Kontrollintervalle von 3o-45 Minuten Dauer eingeschoben.

6. Eine Verlängerung der Versuchsdauer über 4 Stunden hinaus hatte sich als unzweckmäßig erwiesen und hätte zusätzliche Probleme, z.B. eine Ermüdung der Probanden, mit sich gebracht.

7. Infolge Punkt 4, 5, 6 mußte die Untersuchung auf 2 Musikstücke pro VP reduziert werden, wobei das erste vom Versuchsleiter vorbestimmt, das zweite von der jeweiligen VP als Lieblingsmusik frei bestimmt wurde. Einzige Bedingung war eine zeitliche Begrenzung auf minimal 5, maximal 2o min Spieldauer.

8. Bei allen VP'en wurde die Versuchszeit mit Rücksicht auf die circadianen Schwankungen des PRL (vgl. 1.6.) auf einen Zeitraum zwischen 12^{3o} und 18^{3o} Uhr festgelegt.

9. Da erfahrungsgemäß der PRL-Gehalt im Blut nach dem Nadeleinstich beim Einsetzen der Braunüle erhöht ist, wurde diese Anfangzeit (die ersten 15 Min.) zur Befragung der VP'en nach den für den Versuch wichtigen persönlichen Daten genutzt, die in der Übersichtstabelle der Seite 17f zusammengefaßt sind.

3.1.6. Aufbau und Methode der Hauptversuche

Wie Abb. 3 zeigt, wurde in jedem Versuch zwischen einer Anfangsphase (J), 3 Kontrollphasen (C_1, C_2, C_3) und 2 akustischen Stimulationsphasen (M_1, M_2) unterschieden. Während des Versuches wurden pro VP insgesamt 15 - 19 Blutproben von je 1o ml entnommen und zwar während der musikfreien Phasen in Abständen von 1o - 2o Minuten, während und 5 Minuten nach den Phasen der akustischen Stimulation in Abständen von 3 - 7 Minuten.

Abb. 3

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich wird, wurde im Hauptversuch bei 15 Probanden (11 ♀, 4 ♂) ein Versuchsablauf angewendet, bei dem M_1 und M_2 die beiden Musikstücke waren. Im Vergleich hierzu

wurde bei 14 weiteren Probanden (1o ♀, 4 ♂) eines der beiden Musikstücke gegen ein konstantes Rauschen gleicher Dauer und Lautstärke ausgetauscht, während der übrige Versuchsaufbau beibehalten wurde. Bei 9 Probanden (8♀, 1 ♂) wurde die erste Musik, also die vom Versuchsleiter bestimmte Musik, durch Rauschen ersetzt; die zweite Musik wurde beibehalten. Bei 5 Probanden (2 ♀, 3 ♂) wurde die erste Musik beibehalten (M_1) und anstelle der zweiten Musik Rauschen angewendet, wobei beiProbanden nun die selbst bestimmte "Lieblingsmusik" als Musik 1 anstelle der vom Versuchsleiter bestimmten Musik verwendet wurde. In einem Fall (M.N.) wurde Rauschen als zusätzliche Phase zu Musik 1 und Musik 2 eingesetzt.

Eine Probandin, M.H., eine Studentin der Musikhochschule Frankfurt am Main, wurde gebeten, anstatt der in allen übrigen Versuchen üblichen Rezeption von Musik in der M_2-Phase ein von ihr favorisiertes Musikstück in eigenproduktiver Tätigkeit auf einem von ihr selbst bestimmten Instrument - die Violine wurde ausgewählt - zu spielen.

Von den bei jeder Blutentnahme erhaltenen ca. 1o ml Blut wurden die (wie in Abschnitt 3.1.4.beschrieben) isolierten Seren auf jeweils 3 Probengläschen verteilt, von denen 2 zu weiteren Untersuchungen sowie zu Kontrollbestimmungen zunächst tiefgefroren wurden. Eine Probe wurde zur Bestimmung des PRL-Gehaltes nach dem unter 3.1.4.beschriebenen Verfahren verwendet. Mit Hilfe eines der beiden weiteren Seren wurden zwei der Bestimmungen zur Kontrolle und zur Ermittlung der Schwankungsbreite des Assay wiederholt.

Zur Klärung der Frage der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse wurde der gesamte Versuch bei 2 Probanden nach ca. 9 Monaten unter identischen Bedingungen wiederholt.

Bei 16 (1o ♀, 6 ♂) Probanden wurde außerdem die Menge des im Serum enthaltenen Luteinisierungshormones (LH) bestimmt. (1 weiterer Versuch sollte erste Hinweise auf die Reproduzierbarkeit geben).

Darüber hinaus wurden bei einem Teil der Probanden (n = 6) neurophysiologische Untersuchungen vorgenommen. Es wurden Elektro-

kardiogramme unter dem Einfluß musikalischer Stimulation und unter dem Einfluß von Rauschen gleicher Lautstärke, sowie im Vergleich hierzu ohne musikalische Stimuli abgeleitet, wobei die Ableitungsformen I - III (nach Einthoven), aVR-aVL-aVF (nach Goldberger), V1-V3 und V4-V6 (nach Wilson) mittels eines direktschreibenden Dreikanal-Elektrokardiographen der Firma Siemens (cardiostat 7o3) angewendet wurden. Um den Versuchsverlauf zum Zwecke der Hormonbestimmung nicht durch die EKG-Ableitungen zu stören, wurden diese Untersuchungen an getrennten Tagen, jedoch mit den gleichen Probanden, im gleichen Tagesbereich und mit der gleichen Musik gleicher Lautstärke vorgenommen. Da die Kontrollphasen gegenüber den endocrinologischen Untersuchungen hier verkürzt werden konnten (näheres in der Diskussion S.66)konnte die Versuchsdauer auf ca. 1,5 Std. verkürzt werden.

Als weiterer Parameter zur Unterstützung der Erklärung der unterschiedlichen Wirkungsweise musikalischer Stimuli auf den Menschen wurden psychologische Untersuchungsverfahren zur Ermittlung der Persönlichkeitsstruktur der einzelnen Probanden angewendet. Dies geschah in Form von Fragebögen, die allen VP'en nach den Untersuchungen zusammen mit Hinweisen zur Methodik der Bearbeitung der Fragen zugesendet wurden. Das "Maudsley Personality Inventory" (MPI) nach Eysenck und das Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI) in der Gesamtform wurden verwendet.

Das "Maudsley Personality Inventory" MPI) besteht aus einem Fragebogenkatalog von 48 Fragen, die vom Probanden jeweils mit "ja", "nein" oder "?" beantwortet werden können und denen eine Anweisung zur Bearbeitung vorausgeht. Jede Frage wird bei der Auswertung einer von 2 Dimensionen zugeordnet: 1. Neurotische Tendenz (N) 2. Extraversion (E), so daß für jede Dimension eine Punktskala entsteht. Die Testwerte jedes Faktors können so bei jedem Probanden zwischen 0 und 48 variieren (Eysenck, 1959, S. 18).
Der Persönlichkeitstest des Freiburger Persönlichkeitsinventars (FPI) wurde in seiner Gesamtform angewendet (s. Anh.), so daß jeder Proband 212 Fragen mit "ja" oder "nein" beantworten sollte, aus denen sich schließlich mit Hilfe von Auswerteschablonen und vielfältiger Auswerte- und Rechenverfahren individuenspezifische Kurven mit jeweils 9 Dimensionen für "Nervosität, Spontane Aggressivität, Depressivität, Erregbarkeit, Geselligkeit, Gelassenheit, Reaktive Aggressivität und Dominanzstreben, Gehemmtheit, Offenheit, sowie Extraversion, emotionale Labilität und Maskulinität" entwickeln ließen, die als Beispiel in den Abb. 18 dargestellt sind (FAHRENBERG et al., 1978, S.5-114) und als Polaritätsprofile bezeichnet werden.

3.2. Ergebnisse

Die Einzelergebnisse der Bestimmungen der Menge des im Blut kreisenden Prolaktins sind(gemessen in µU/ml) in den Tabellen wiedergegeben. Für jede VP wurden zur Erzielung einer direkten Vergleichbarkeit der Einzeldarstellungen die Absolutwerte in Prozentwerte umgerechnet, indem die mittlere PRL-Konzentration jedes Probanden als 100 % definiert wurde, wobei die Werte der Anfangsphase bewußt nicht einbezogen wurden, worauf später noch eingegangen werden wird.
Der Kurvenverlauf bleibt durch diese Art der Darstellung den Absolutwerten entsprechend unverändert exakt erhalten, es wird lediglich die Amplitude der Ordinate dem individuenspezifischen Schwankungsbereich jedes einzelnen Probanden angeglichen. (Die Absolutwerte sind in den Tabellen 2 und 3 wiedergegeben). Die Abszisse stellt die Zeitachse mit einer bei allen Probanden einheitlichen Einheit von 3 Minuten pro Millimeter dar, während die Ordinate die Menge des im Blutserum gemessenen Prolaktins angibt (s.o.).

Die Zeitdauer der Musikphasen (als Musikphase wird die Abspielzeit der Musik einschließlich der darauf folgenden 5 Minuten definiert) ist in Säulenform dargestellt, wobei die gleiche Musikart jeweils in der gleichen Textur wiedergegeben wird. Die Säule der vom jeweiligen Probanden als Lieblingsmusik selbstbestimmten Musik wird dabei immer nach oben mit Doppellinie abgegrenzt dargestellt. Titel mit Gesang erhielten punktförmige Textur, Instrumentaltitel Schraffur. Im herkömmlichen Sinne mehr zum Bereich der "E"-Musik* gerechnete Stimuli wurden querstrukturiert, Stücke, die mehr dem Bereich der "U"-Musik* zugeordnet werden, erhielten Vertikalstruktur. Die anstelle der Musikphase eingesetzte Rauschphase wurde mit dem Buchstaben "n" (noise) gekennzeichnet. Aus der säulenförmigen Darstellung der Musikphasen werden gleichzeitig die Zeitbereiche der 3 Kontrollphasen (C_1, C_2, C_3) sowie der Anfangsphase ersichtlich, wobei aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit die Daten der Anfangsphase (J) nicht in die graphische Darstellung aufgenommen wurden. Sie werden aus den Tabellen 2 und 3 ersichtlich. Die gemessenen PRL-Werte wurden in Form einzelner Meßpunkte dargestellt (Abb. 3 ff), deren zeitliche

*Auf die Problematik der Trennbarkeit dieser Bereiche sei ausdrücklich hingewiesen, braucht aber hier nicht näher eingegangen zu werden.

Abfolge zur besseren Erkennbarkeit der Veränderungen durch gerade Verbindungslinien dargestellt wurde.

Auf die allgemeine Problematik dieser verwendeten kurvenartigen Darstellungsweise sei hier noch einmal hingewiesen. Da die Verbindungslinien nicht den tatsächlichen Veränderungen des PRL-Gehaltes im Serum entsprechen müssen, täuscht z.B. ein Ansteigen des PRL-Spiegels zwischen dem letzten Meßwert einer Kontrollphase und dem ersten Wert während einer Musikphase ein Ansteigen des Serum-PRL-Gehaltes schon vor dem Einsetzen der Musik vor, ein Anstieg, der vor Beginn der Musikphase noch nicht vorhanden sein muß und nach Musikbeginn möglicherweise mit größerer Steilheit einsetzen könnte. Ist man sich dieser Schwächen der Darstellungsmethode bewußt, bietet diese allgemein übliche kurvenartige Darstellung eine weit größere Übersichtlichkeit und Lesbarkeit gegenüber einer auf die einzelnen Meßwerte beschränkten Darstellung.

Einen Auszug aus den Ergebnissen der Wiederholungsbestimmungen zeigen Abb.23 und Tab. 4.

Die Ergebnisse der bei 16 Probanden vorgenommenen Bestimmung des im Blut kreisenden Luteinisierungshormons (LH) (bei C.F. in beiden Versuchen), gemessen in µU/ml, sind in den Tabellen 2 u. 3 wiedergegeben. Im weiteren wurde wie bei der Bestimmung, bei der Umrechnung in Prozentwerte und bei der graphischen Darstellung der PRL-Ergebnisse verfahren. Die Ergebnisse sind in den Abb. 4 bis 16 graphisch dargestellt.

Die Ergebnisse der bei 6 Probanden durchgeführten Ableitung der Herztätigkeit in Form von Elektrokardiogrammen sind auszugsweise in der Abbildung 17 wiedergegeben. Ableitungsmodus, Zeiteinheit sowie Phasenbezeichnung entsprechend denen der Hormonuntersuchungen sind aus der Abbildung ersichtlich.

Die Auswertung der Einzelergebnisse der empirischen psychologischen Untersuchungen der einzelnen Probanden wurde den Handanweisungen von FAHRENBERG, SELG und HEMPEL (1978, S.7-1o2) für das Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI) und den Hinweisen von Eysenck (1959, S. 1-2o) für das "Maudsley Personality Inventory" (MPI) entsprechend vorgenommen. Die Ergebnisse der Auswertung der MPI-Fragebogen sind in Tabelle 5 zusammengefaßt, die aus den FPI-Fragebögen entwickelten Polaritätsprofile sind auszugsweise in der Abb. 18 wiedergegeben.

Tab. 2: Ergebnisse der PRL- und LH-Bestimmungen

Probandin	Ch.F., 9.8.39		M.D.		C.F., 11.12.76		C.F., 9.8.79		S.D.		U.R.		R.M.	
Abnahme Nr.:	PRL	LH	PRL	LH	PRL	LH	PRL	LH	PRL	LH	PRL	LH	PRL	LH
0	93	7,3	220	4,7	319	11,9	60	4,1	218	21,0	262	6,5	163	5,6
1	81	9,3	198	5,1	253	9,2	68	9,9	185	16,4	250	5,2	169	4,3
2	93	7,3	191	4,8	249	8,5	91	8,0	168	13,1	224	4,6	164	5,6
3	78	9,2	132	2,8	237	7,8	116	5,4	250	27,2	219	4,9	174	3,9
4	86	10,6	148	4,3	350	11,4	136	5,4	227	25,9	225	7,3	219	4,0
5	80	9,7	122	2,1	312	11,6	135	4,2	165	25,5	201	5,4	188	6,6
6	74	8,2	103	2,3	279	15,4	125	4,4	157	20,0	200	6,4	171	6,8
7	86	12,2	103	2,8	237	11,8	97	5,3	135	18,7	212	6,0	177	7,7
8	154	9,9	207	6,1	340	9,9	112	5,2	162	20,0	209	6,7	181	4,3
9	144	9,5	193	4,7	433	10,9	178	3,7	133	18,3	140	6,5	126	--
10	218	10,8	191	3,9	426	10,6	113	4,0	120	20,4	224	6,1	241	7,5
11	121	11,1	174	3,1	430	9,4	209	4,9	134	18,0	168	6,3	263	6,1
12	169	9,5	163	3,9	430	13,7	192	5,1	143	21,7	202	5,7	265	5,5
13	133	11,4	235	3,8	418	7,8	167	4,9	149	17,6	212	6,9	291	6,3
14	147	13,0	215	4,7	460	9,5	163	3,5	173	26,8	138	7,3	276	6,2
15	237	13,1	170	4,8	307		194	4,5	193	41,0	237	7,0	259	5,3
16	206	12,3			414		184	4,3	177	32,8	183	5,9		
17	258	10,2			369		160	4,7	158	27,9	204	6,7		
18	305	10,3					137	3,4	134	26,1	162	8,1		
19	182	9,7					158	4,2						

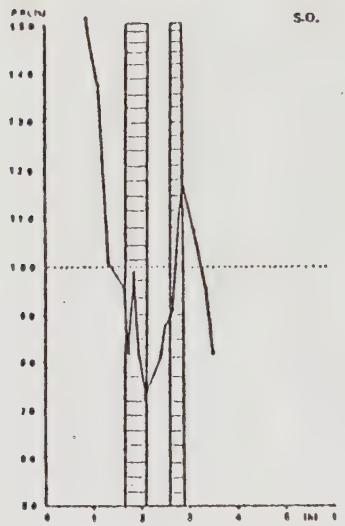
Probandin	N.P.		P.C.		M.M.		C.I.		G.R.		C.S.		U.H.	
Abnahme Nr.:	PRL	LH	PRL	LH	PRL	LH	PRL	LH	PRL	LH	PRL	LH	PRL	LH
0	176	5,0	182	2,1	304	16,8	118	<0,9	197	3,4	152	6,1	125	5,4
1	161	3,8	337	8,2	241	13,6	246	1,2	210	3,5	160	6,6	121	6,9
2	124	3,5	355	7,8	252	17,6	225	2,5	160	6,5	125	5,8	137	6,4
3	138	4,1	342	5,2	236	17,0	229	2,0	142	6,0	126	5,4	244	5,9
4	135	4,1	282	5,5	242	18,7	190	2,4	217	4,3	157	6,4	340	4,7
5	106	5,0	242	3,7	217	18,3	129	1,1	207	4,2	186	4,9	191	3,1
6	115	4,7	213	5,0	220	22,6	114	2,3	171	4,1	251	6,7	136	5,4
7	138	4,3	118	4,8	201	18,8	123	1,7	140	6,3	170	5,1	159	5,5
8	141	3,8	174	4,9	199	16,5	120	<0,9	182	5,9	188	5,4	177	5,5
9	123	4,7	156	3,9	188	16,0	95	1,0	149	3,8	155	5,0	124	5,3
10	125	3,8	126	2,8	176	16,1	80	0,9	186	4,6	133	5,0	133	4,9
11	161	3,6	151	4,1	173	19,4	81	2,1	187	4,0	193	6,6	174	5,3
12	164	4,4	156	3,4	173	21,1	162	2,1	201	4,6	217	6,7	150	5,0
13	177	3,2	159	2,9	211	22,4	140	3,8	195	4,4	213	4,7	167	5,1
14	193	3,2	144	1,4	206	21,8	154	1,9	156	3,5			144	6,7
15	168	3,3	169	2,4	275	24,7	191	1,4	156	4,3			193	3,7
16	185	2,7	201	5,7	252	22,2	152	1,9	150	4,6			166	5,7
17					231	19,1	113	2,9	171	6,2				
18					248	19,0	152	2,1	201	4,2				
19					264	20,2	146	2,1	187	3,6				
20					170	18,0								
21					211	19,6								
22					140	17,8								

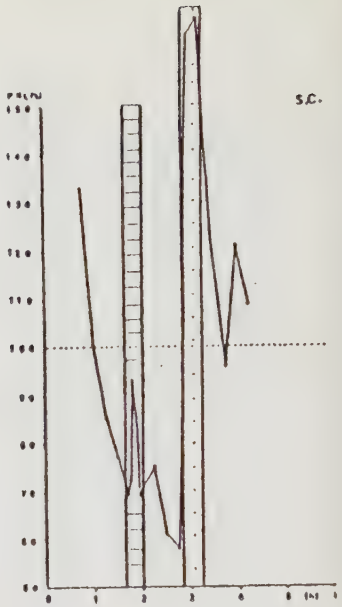
Tab. 3

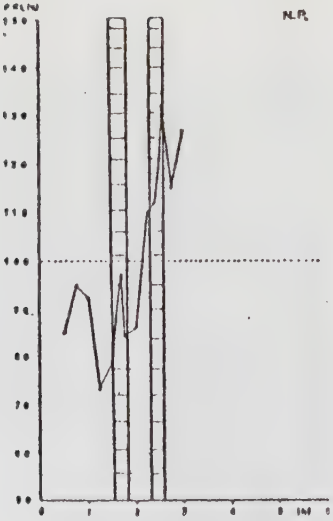
Proband:	H.D.		U.D.		Ch.F. 11.12.78	A.A.	S.C.	U.W.	R.S.	S.D.
Abnahme Nr.:	PRL	LH	PRL	LH	PRL	PRL	PRL	PRL	PRL	PRL
0	116	2,1	122	6,6	96	95	137	216	19o	327
1	265	2,5	11o	6,2	91	86	16o	186	296	378
2	235	1,3	1oo	6,4	85	71	167	183	23o	338
3	216	1,7	97	6,7	99	75	2oo	178	279	477
4	2o1	1,7	9o	6,3	1o3	79	15o	18o	269	439
5	156	1,1	87	8,3	96	76	127	151	349	337
6	177	1,2	67	9,3	1o2	69	115	158	357	31o
7	153	1,o	87	6,6	93	83	1o4	156	45o	3o9
8	169	1,2	75	6,8	99	81	1o8	15o	435	279
9	163	2,6	82	7,7	117	8o	13o	153	38o	283
1o	127	2,o	8o	7,5	116	62	124	156	483	276
11	123	2,1	86	6,2	1o8	61	1o3	159	411	263
12	139	1,8	93	6,3	11o	7o	112	155	395	323
13	155	2,o	81	5,9	135	87	92	13o	39o	298
14	165	1,3	8o	5,6	1o3	78	87	169	379	
15	133	1,5	78	5,7	1o9	91	162	167	363	
16	139	1,9	92	5,7	1o1	1o3	2o7	153	381	
17	176	2,2			161		247	169	432	
18	173	3,5					232		415	
19							19o			
2o							1o6			
21							192			
22							163			

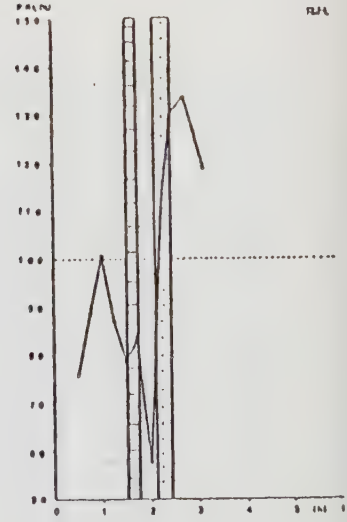
Proband:	G.L.	Co.S.	R.Sch.	H.H.	L.D.	K.S.	S.S.
Abnahme Nr.:	PRL	PRL	PRL	PRL	PRL	PRL	PRL
0	334	18o	153	8o,8	153	59,6	263
1	333	176	16o	76,5	193	73,9	3o3
2	249	237	13o	99,9	197	91,6	273
3	259	277	161	1o2,2	133	78,7	295
4	283	228	161	96,9	16o	76,6	
5	316	256	182	97,8	16o	59,7	
6	3o6	163	163	115,3	241	59,7	
7	333	229	171	99,2	231	56,7	
8	35o	117	188	99,3		5o,9	
9	3o6	16o	177	232,9		56,3	
1o	318	2o1	227	252,9		66,8	
11	323	228	224	246,9		98,1	
12	329	246	291	28o,o		72,1	
13	348	162	231	2o8,8		1o3,3	
14	326		263	233,8		7o,2	
15	3o6		237	2o6,4		68,4	
16	247		166	133,6			
17				1o7,5			
18				11o,6			
19				88,6			

Abb. 4 a-d



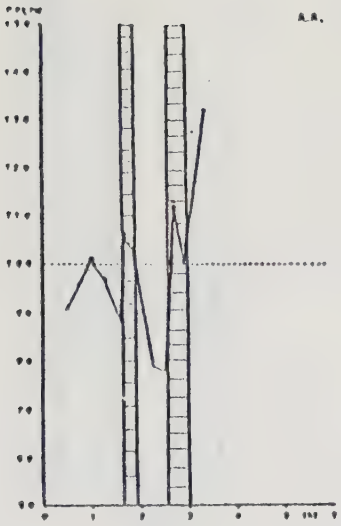


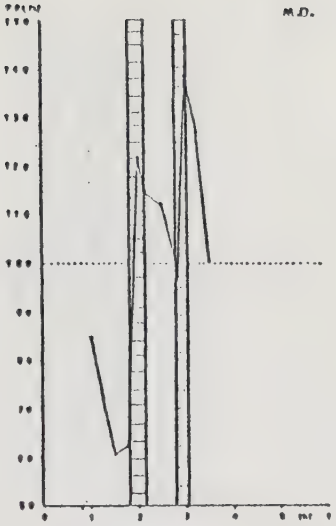


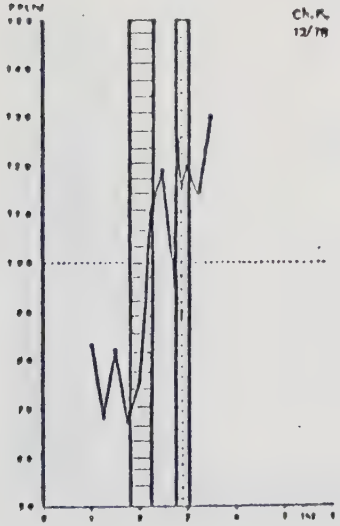


(Legende der Abb. 4 - 16 s.Seite 4o)

Abb 5 a-d







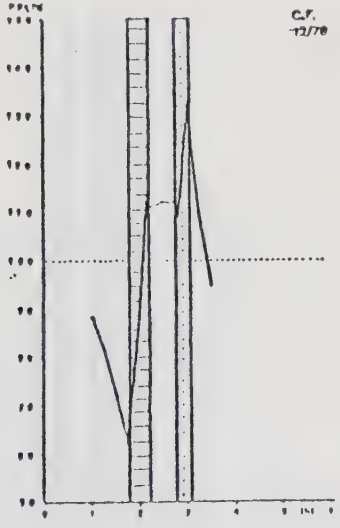
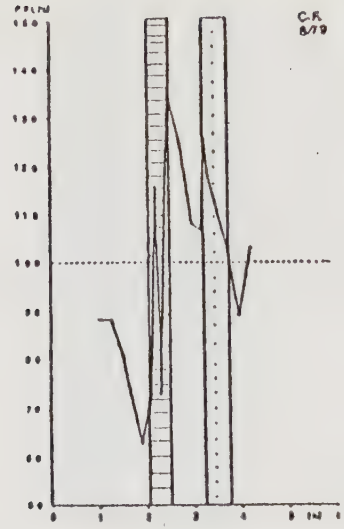
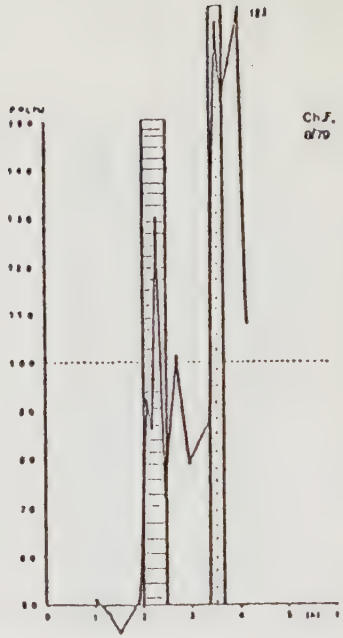
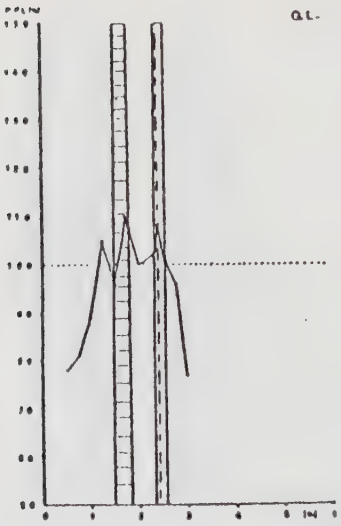


Fig. 6.4







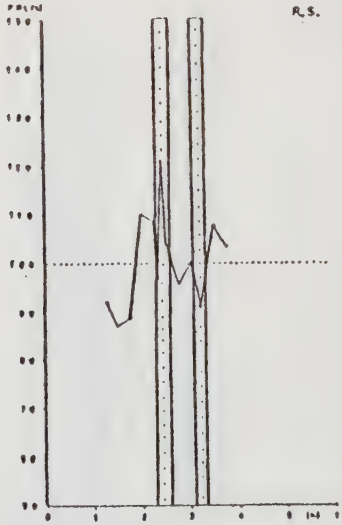


Abb. 7

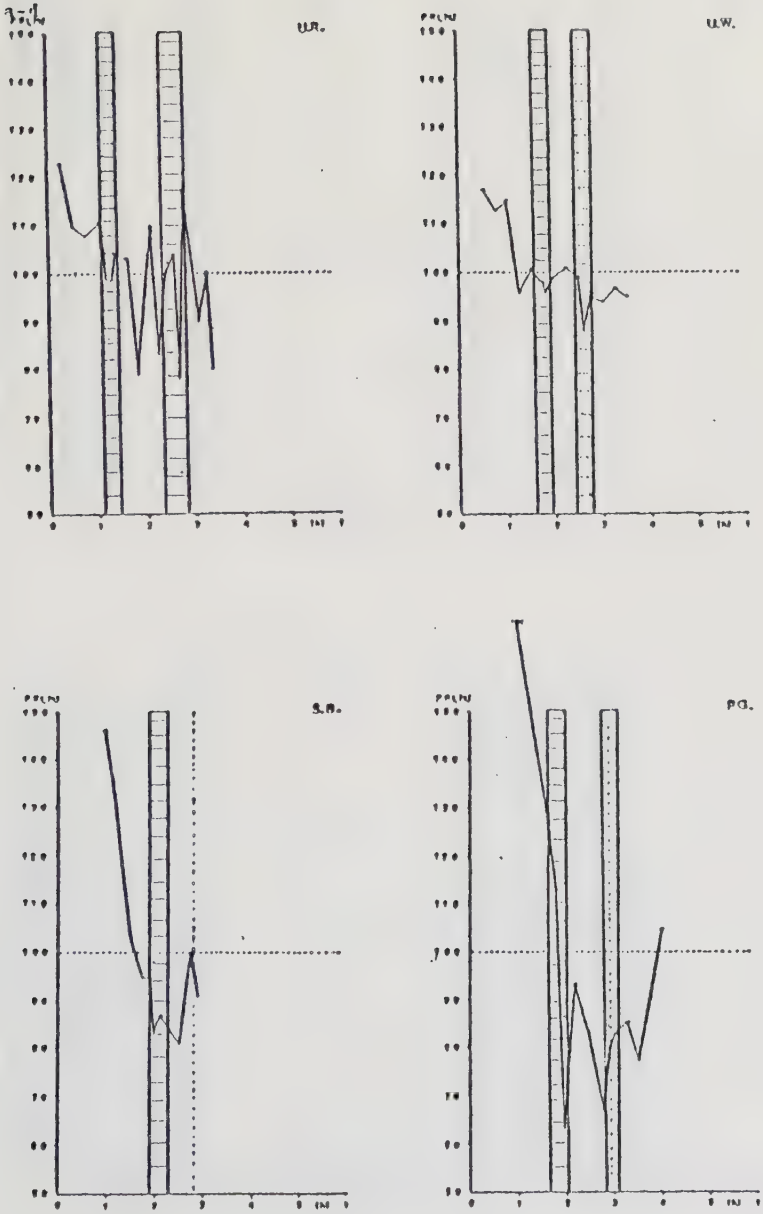
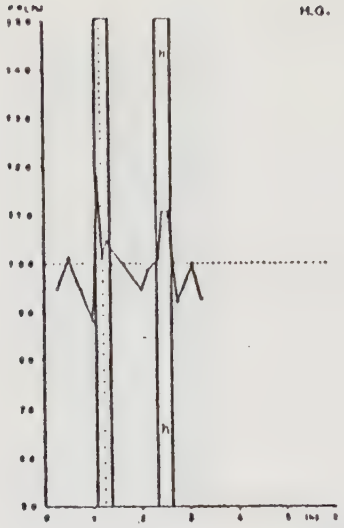
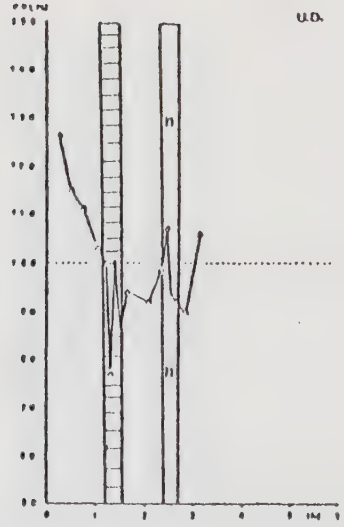


Abb. 8 , d





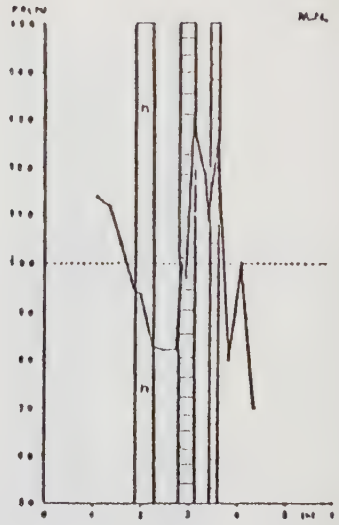
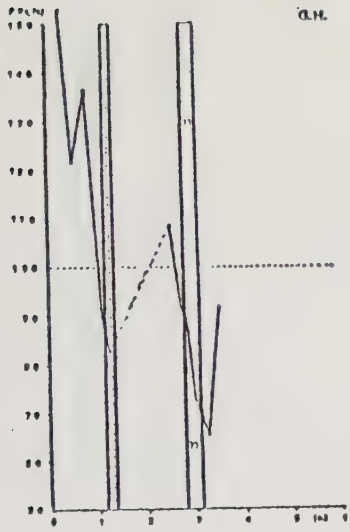
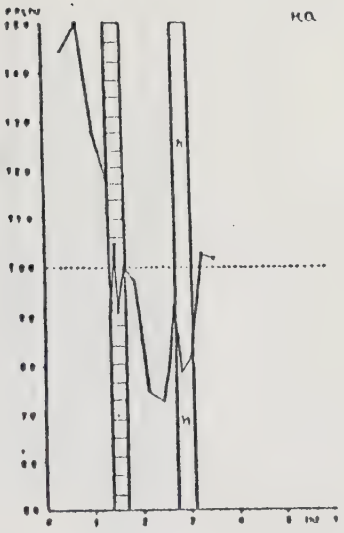
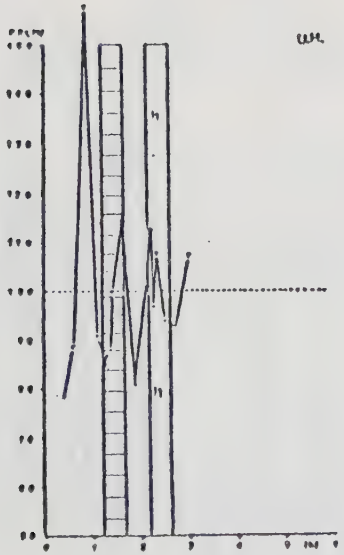


Abb. 9 a-d







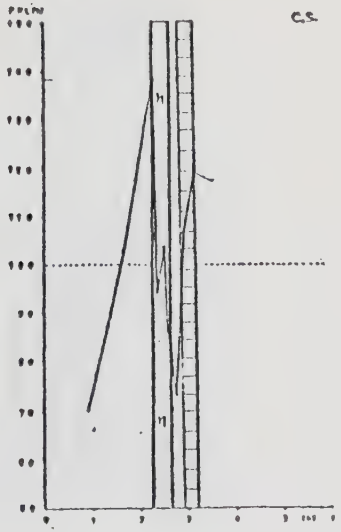
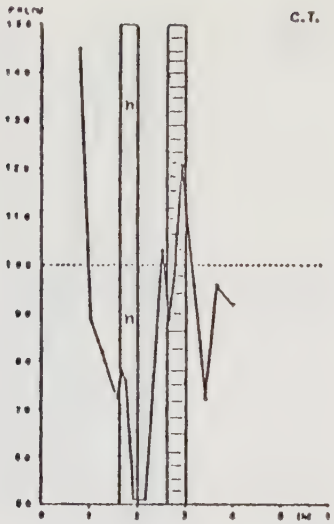
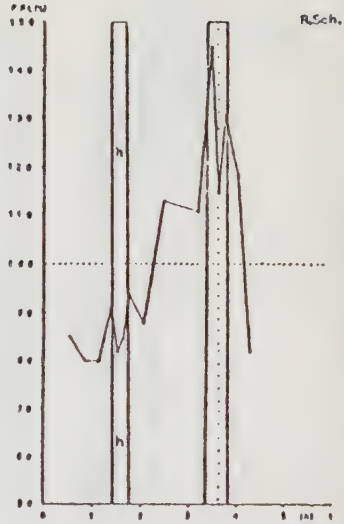
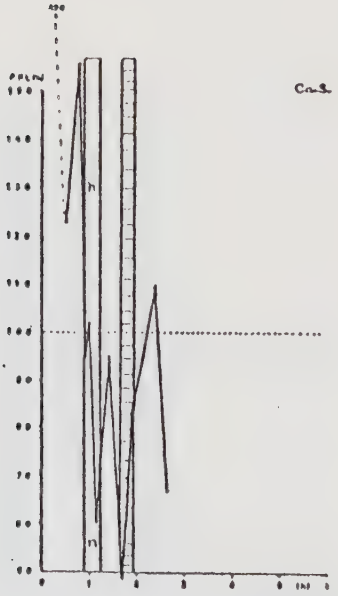


Abb. 1a a-d







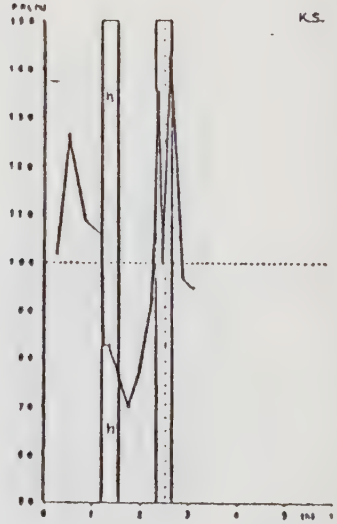
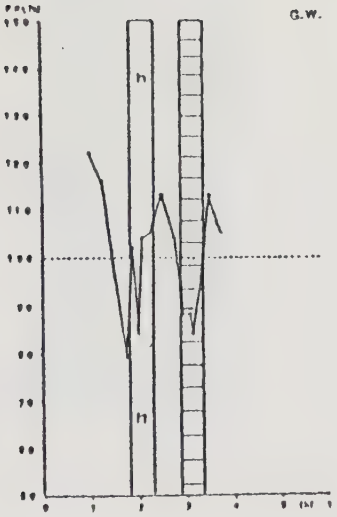


Abb. 11

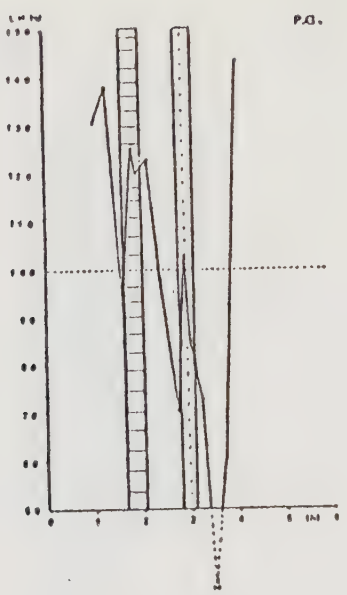


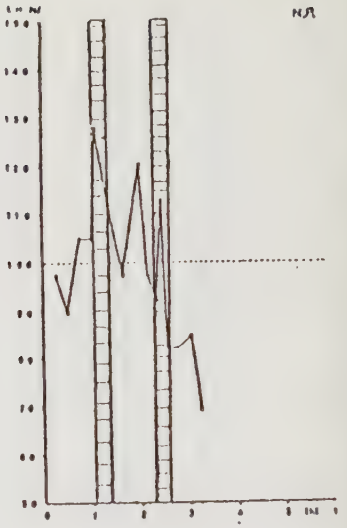
FRL-Wiederholungsbestimmungen der gleichen Seren nach 6 Mon.(C.F.) bzw. 9 Mon. (H.D.). Alle Angaben in μ U/ml)(vergl.Tabelle 2)

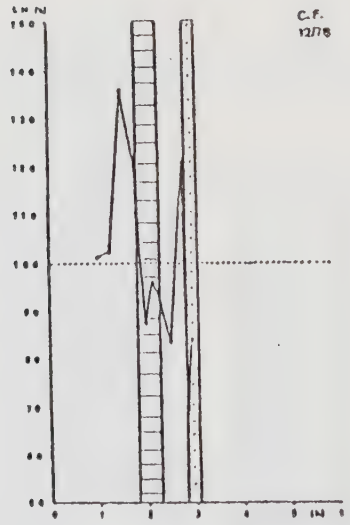
Tab. 4

Proband	C.F.		H.D.	
Abnahme Nr.	1. Best.	2. Best.	1. Best.	2. Best.
0	319	358	220	27[illegible]
1	253	310	198	212
2	243	262	141	132
3	237	259	132	144
4	340	342	145	156
5	312	354	122	128
6	273	328	103	98
7	237	311	105	112
8	340	363	207	219
9	433	445	195	225
10	426	510	131	136
11	430	458	174	186
12	430	447	163	168
13	428	425	233	224
14	460	460	215	236
15	507	518	170	173
16	414	420		
17	364	356		

Abb. 12 a-d







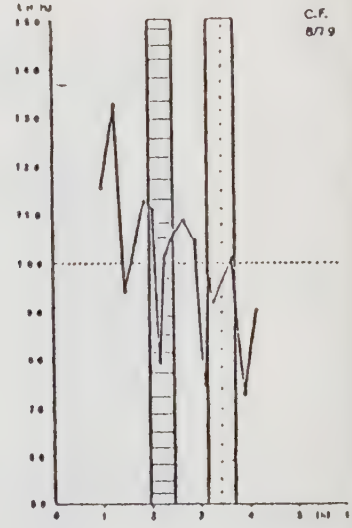
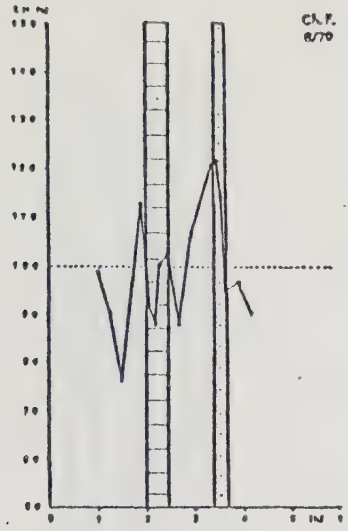
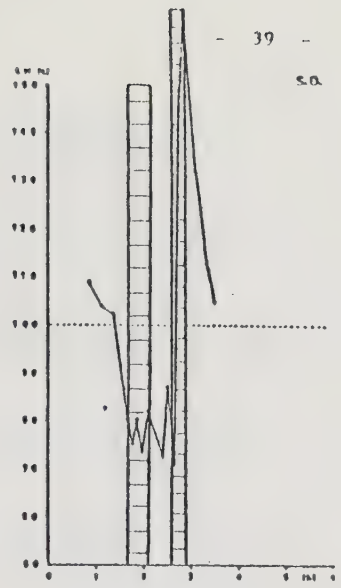
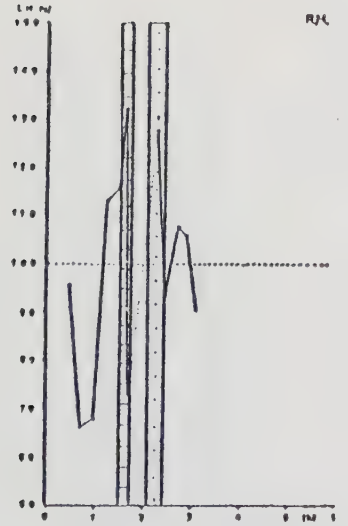


Abb. 13-d







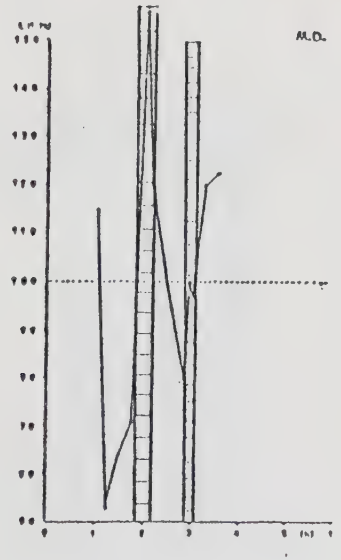
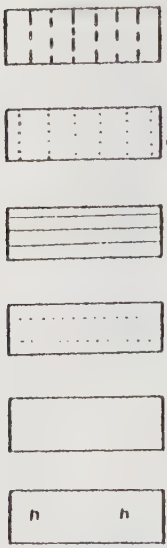
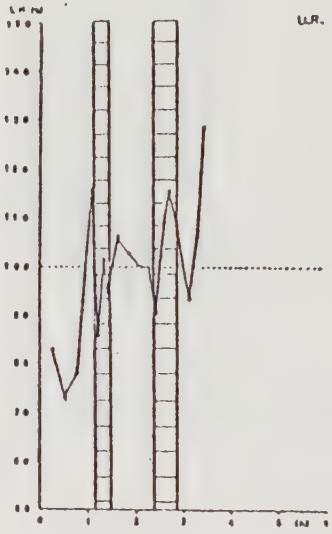


Abb. 14

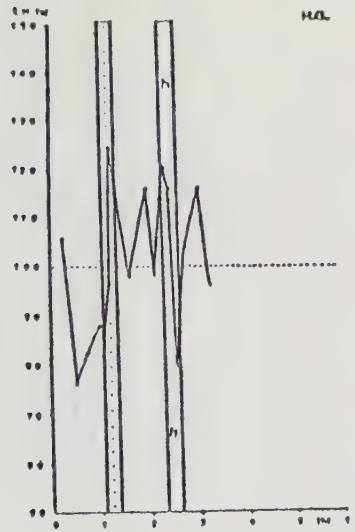
Legende zu den Abb. 4 - 16

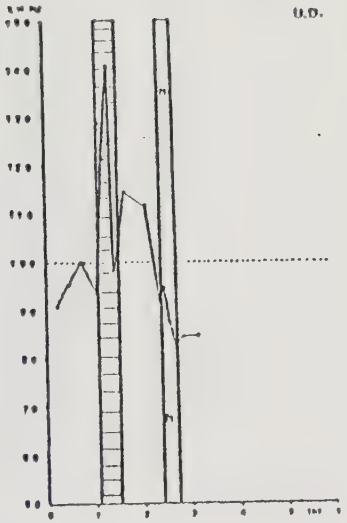


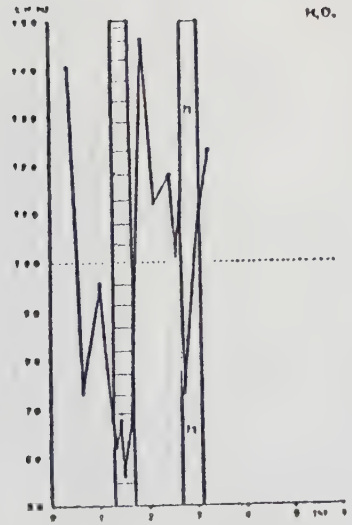


J = Anfangsphase
C 1...C 4 = Kontrollphasen
H 1...H 3 u. R.
= Phasen der akustischen Stimulation
(einschl. der darauffolgenden 5 Hin)

Abb 15-d







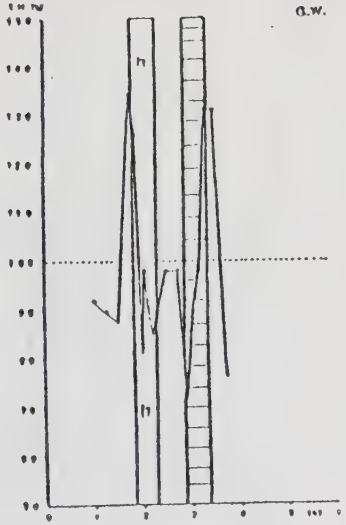
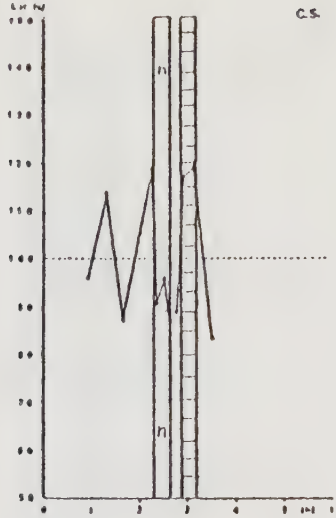
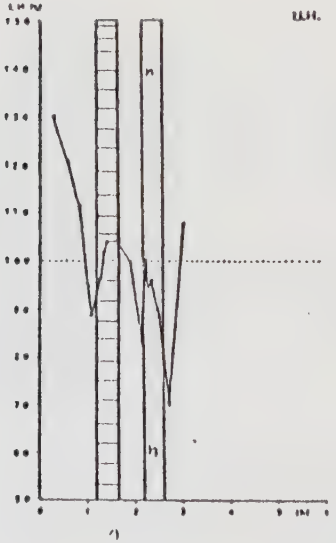
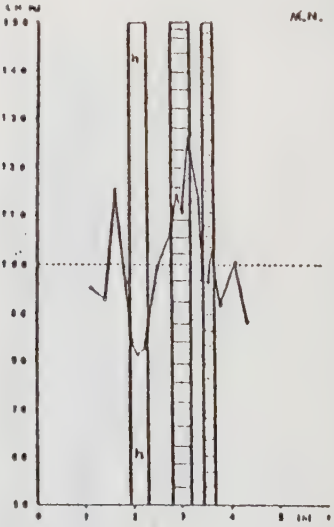


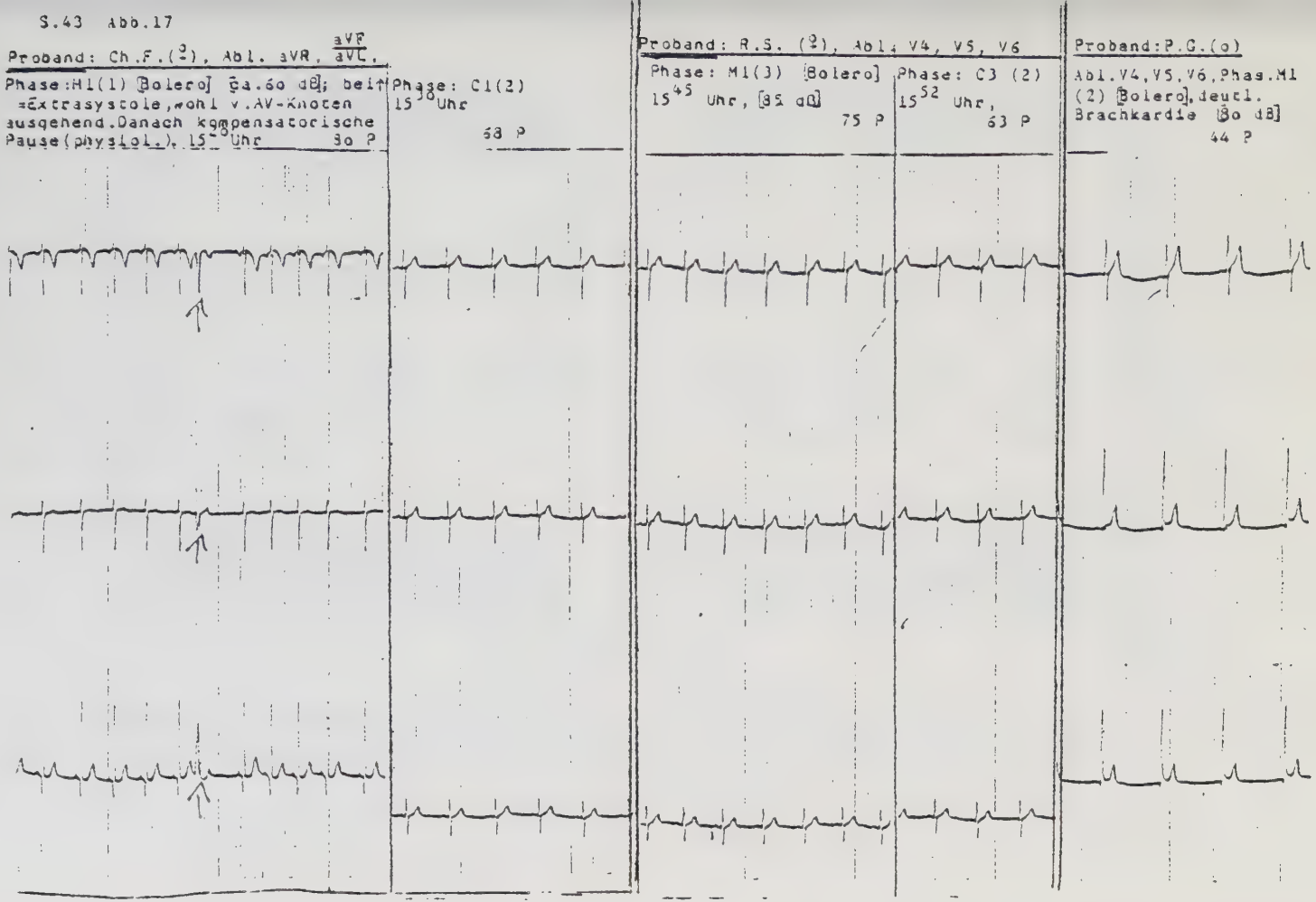
Abb. 16 a-d







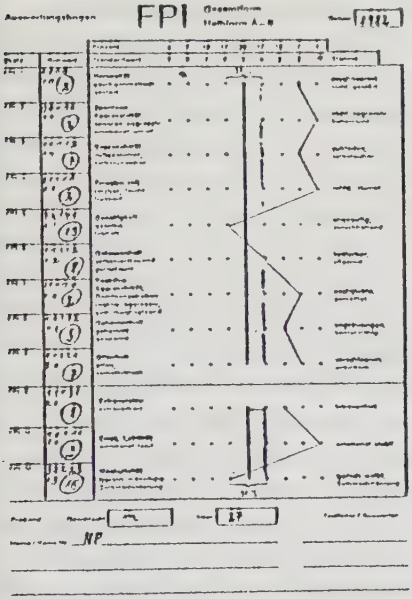
S.43 Abb.17

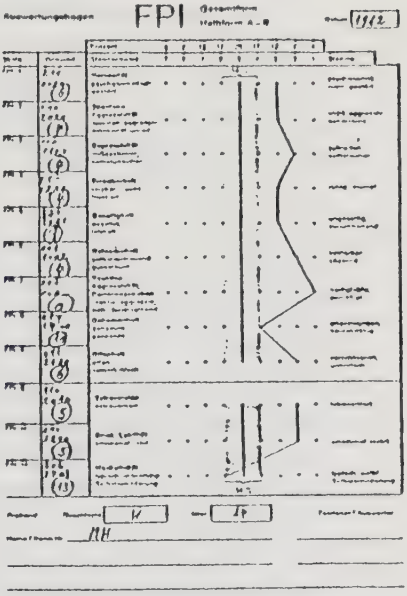

Proband: Ch.F.(♀), Abl. aVR, aVF/aVL,
Phase:M1(1) [Bolero] [a.60 dB]; bei
=Extrasystole,wohl v.AV-Knoten
ausgehend.Danach kompensatorische
Pause(physiol.). 15^30 Uhr 80 P
Phase: C1(2)
15^38 Uhr
68 P
Proband: R.S. (♀), Abl. V4, V5, V6
Phase: M1(3) [Bolero]
15^45 Uhr, [85 dB]
75 P
Phase: C3 (2)
15^52 Uhr,
63 P
Proband:P.G.(♂)
Abl.V4,V5,V6,Phas.M1
(2) [Bolero],deutl.
Brachkardie [80 dB]
44 P

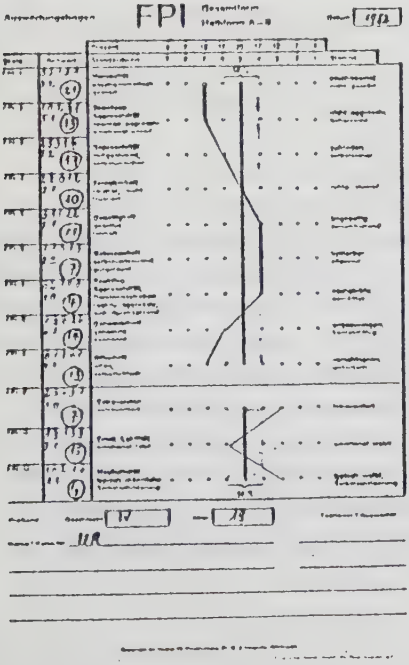
Tab. 5 Ergebnisse der Auswertungen des "Maudsley Personality Inventory"

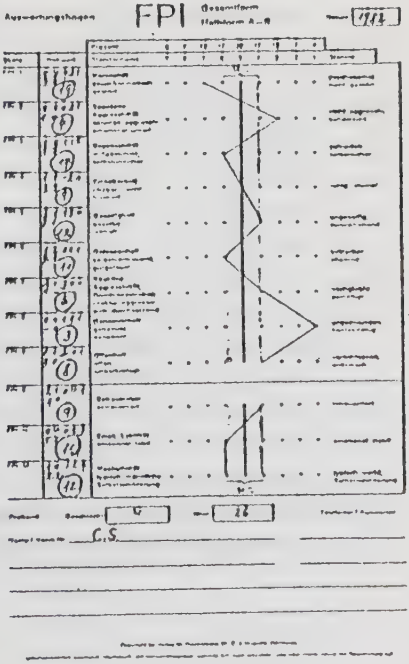
NAME	N (Punkte)	E (Punkte)
C.T.	18	12
K.S.	22	33
H.H.	15	22
R.Sch.	28	14
G.W.	14	3o
Co.S.	34	24
C.S.	42	15
G.L.	21	8
N.P.	16	27
S.B.	14	29
U.R.	3o	12
P.G.	23	36
U.W.	24	32
R.S.	8	16
M.M.	3o	28
Ch.F.	16	23
C.F.	35	41
H.G.	36	19
H.D.	15	12
U.D.	27	23
U.M.	14	22

Abb. 18 Auszug aus den Persönlichkeitsprofilen der Probanden









3.3. Diskussion

Da bei der vorliegenden Dissertation der Versuch unternommen wurde, ein komplexes Thema wie die Wirkungsweise musikalischer Stimuli beim Menschen interdisziplinär mit Hilfe völlig unterschiedlicher Arbeitsmethoden und Forschungsdisziplinen, wie der Endocrinologie, der Elektrophysiologie, der Musikwissenschaft und der Psychologie, zu untersuchen, sollen hier der besseren Übersichtlichkeit wegen die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungskomplexe zunächst getrennt diskutiert und erst danach untereinander verglichen und interpretiert werden, um Folgerungen und Schlüsse ziehen zu können, die auch von den einzelnen unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen akzeptiert werden und schließlich als eine der Grundlagen für die weitere Forschungstätigkeit auf diesem neuen Arbeitsgebiet dienen könnten.

Während im Folgenden zunächst eine kurze Zusammenfassung der von mir anläßlich der Untersuchungen erstellten musikwissenschaftlichen Kurzanalyse des als konstanter Stimulus gewählten Bolero von Maurice Ravel im Hinblick auf die Aspekte wiedergegeben werden soll, die für die Auswahl gerade dieses Musikstückes entscheidend waren, soll die Betrachtung der von den einzelnen Probanden selbst bestimmten Musik, soweit es für die Erklärung der Versuchsergebnisse notwendig ist, innerhalb der Abschnitte 3.3.2. erfolgen.

3.3.1. Maurice Ravel: Bolero-Ergebnisse der musikanalytischen Betrachtungen

Ravel hat mit dem Bolero ein Werk geschaffen, das vom formaesthetischen Standpunkt betrachtet zwar gegen die Grundregeln des Wechsels von Spannung und Entspannung verstößt, dafür aber und gerade deshalb eine direkte Beziehung zu Urformen musikalischen Schaffens aufweist, wie wir sie heute noch z.B.bei Ritualmusiken der Naturvölker finden können. Diese Beziehung wird auch noch durch die Zugrundelegung folkloristischer Elemente (Bolero-Rhythmus), zweier klarer, in derharmonischen Anlage an die Barocktänze erinnernder und gleichbleibender Melodien und die Verwendung von Jazz-Elementen ("blue notes" der Melodien, die Verwendung zweier Saxophone, Jazz-Rhythmik) betont. Trotzdem handelt es sich beim Bolero um ein musikalisch wertvolles und

anerkanntes Werk der "klassischen" Musikliteratur.

Für meine Untersuchungen hatte die Auswahl gerade dieses Werkes als Standardmusik daher folgende Vorteile:

1. Die beiden jeweils 9 mal wiederholten Melodien können von musikalisch ungeschulten Teilnehmern leicht wiedererkannt und verarbeitet werden, trotzdem wirkt das Werk bei musikalisch Geschulten nicht banal oder langweilig (geringer Fremdheitscharakter).
2. Leise Stellen mit solistisch-lyrischer Gestalt kommen genauso vor wie großorchestrale Tutti-Stellen.
3. Vorurteile (evtl. durch Assoziationen) gegen bestimmte Instrumentalkonstellationen werden durch den häufigen instrumentalen Wechsel weitgehend verhindert.
4. Es gibt keine dynamischen Sprünge, nur eine langsame Entwicklung, was die Analysen der Ergebnisse erleichtert. Trotzdem ist jede dynamische Stufe vom pp bis zum ff enthalten.
5. Durch die Länge von ca. 17 Minuten ist es möglich, das gesamte Werk vorzuspielen.

.3.2. Endocrine Veränderungen während und nach der Rezeption musikalischer Reize

.3.2.1. Änderungen des Prolaktin-Gehaltes im Blut

Für jede der 29 Untersuchungen des Hauptversuches (2 weitere Versuche konnten aus technischen Gründen nicht ausgewertet werden, vgl. S. 49) wurden Mittelwerte und Standardabweichungen für die einzelnen Phasen gebildet und diese mit Hilfe eines t-Testes auf signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Phasen geprüft. Aufgrund dieser Signifikanzen zeigten sich spezifische Reaktionsgruppen, deren Reaktionstypus sich jeweils als ähnlich oder gleich erwies. Signifikante Veränderungen des PRL-Wertes konnten bei 16 von 27 Probanden während und nach den Phasen akustischer Stimulation nachgewiesen werden, wobei die Rezeption von Musik einen signifikanten Anstieg, die Rezeption von konstantem Rauschen bei 5 von 13 Probanden einen signifikanten Abfall des im Blut kreisenden Prolaktin zur Folge hatte (vgl. Abb. 4 ff). 11 Probanden zeigten keine signifikanten Änderungen während oder nach der Rezeption akustischer Stimuli.

3.3.2.1.1. Versuchsreihe 1 (M_1= konstante Musik, M_2= Wahlmusik)
16 Probanden

Die Ergebnisse der Versuchsreihe 1, bei der die erste Musik konstant war und die zweite Musik vom jeweiligen Probanden frei bestimmt worden war, sind in den Abb. 19 u.2o zusammengefaßt. Um die Einzelkurven trotz der individuenspezifischen unterschiedlichen Länge der Phase M_2 (selbstbestimmte Musik) und der infolgedessen manchmal notwendigen geringfügigen zeitlichen Veränderung der Phasen C_2 oder (und) C_3 direkt miteinander vergleichen zu können, wurden die Längen dieser Phasen in den Darstellungen vereinheitlicht. Die infolge dieser erwünschten Einheitlichkeit manchmal notwendig gewordene geringfügige zeitliche Verschiebung der Ordinate ist für die Interpretation der Ergebnisse zweitrangig, da aus den zusammenfassenden Darstellungen ja die Veränderungen der von der Hypophyse freigesetzten PRL-Menge in Abhängigkeit von Zeiten der akustischen Stimulation im Vergleich zu den Kontrollphasen deutlich werden sollen, wofür die im folgenden beschriebenen Darstellungen (Abb. 19 u.2o) ein objektives Bild der verschiedenen Phasen wiedergeben.

Beim Vergleich der Signifikanzen innerhalb der Versuchsreihe 1 konnten 3 deutlich voneinander trennbare Reaktionsformen analysiert werden :

1. Es erfolgte ein signifikanter Anstieg des Serum-PRL-Gehaltes im Blut während und unmittelbar nach der Rezeption musikalischer Stimuli, was man als generelle Reaktion bezeichnen kann (n = 7) Abb. 19
2. Eine hochsignifikante Erhöhung erfolgte nur bei einer bestimmten Musik, meist bei der selbstbestimmten Lieblingsmusik, was als selektive Reaktion bezeichnet wurde (n = 4) Abb. 2o
3. Es lassen sich keine Veränderungen des Serum-PRL-Gehaltes im Blut während oder unmittelbar nach der Rezeption musikalischer Stimuli nachweisen (n = 5) .

Innerhalb der ermittelten Reaktionsgruppen wurden die Einzelwerte der einzelnen Phasen (als Prozentualwerte) aller zur gleichen Reaktionsgruppe gehörenden Probanden zu Gruppen zusammengefaßt, von denen jeweils Mittelwert und Standardabweichung ermittelt wurden. Darüber hinaus wurden die Werte der

einzelnen Phasengruppen einander gegenübergestellt und mit Hilfe eines t-Testes auf ihre signifikanten Unterschiede hin untersucht. Zur Veranschaulichung wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen jeder Reaktionsgruppe und Phase in den Abb. 19 u. 2o graphisch dargestellt.

Zwei Versuche (L.D. ♀, S.S. ♀) konnten aus technischen Gründen (verstopfte Kanülen, Versuchsstörungen, Fehler bei der Bestimmung) nicht ausgewertet werden.

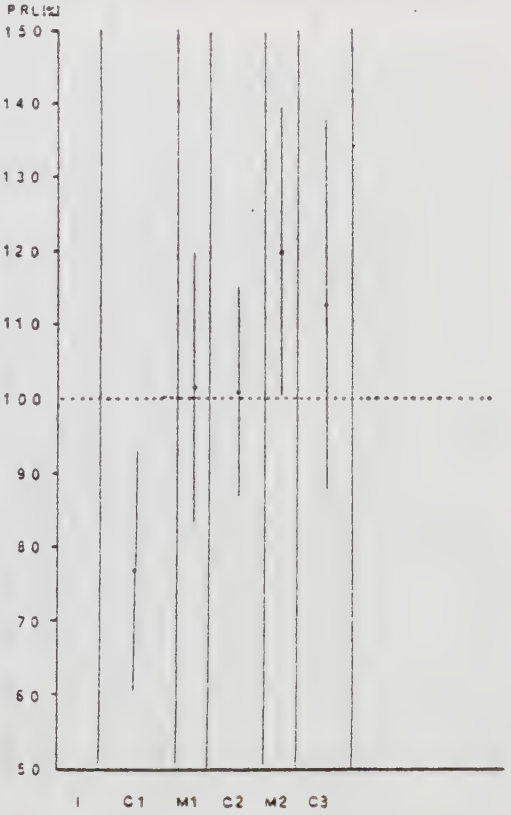
Die bei den übrigen Ergebnissen vorgenommene Bildung von Reaktionsgruppen wurde durch eine hohe Signifikanz zwischen den Einzelphasen innerhalb der einzelnen Reaktionsgruppen, insbesondere zwischen der längsten Kontrollphase (C_1) und den Musikphasen, bestätigt. Die Abb. 19 und 2o zeigen eindrucksvoll, daß die Standardabweichungen der verglichenen Phasen sich teilweise gar nicht oder nur geringfügig überschneiden (Abb.19 : vgl. C_1 -M_2, Abb. 2o: vgl. C_2 -M_2), dies obwohl individuelle Markanzen, z.B. verzögerte Reaktionen auf musikalische Stimuli oder die statistischen Ausreißer nicht gesondert berücksichtigt oder eliminiert wurden.

Allen 5 Probanden, deren PRL-Werte keine signifikanten Änderungen während der Rezeption von Musik zeigten, sind im Vergleich zu den Werten der gesamten übrigen Phasen signifikant höhere PRL-Werte während der C_1-Phase gemeinsam (Signifikanz: 99 %). Dies könnte man damit erklären, daß die Belastung des Einsetzens der Kanüle hier längere Nachwirkungen zeigt als bei den übrigen Probanden und sich dadurch keine Signifikanzen der M-Phase mehr nachweisen lassen, gleichwohl auch bei dieser als nicht reaktiv bezeichneten Gruppe teilweise Anstiege des Serum-PRL während der M-Phasen zu verzeichnen sind (R.S., Abb. 6).
Eine Verlängerung der J-Phase hätte bei dieser Gruppe sicherlich teilweise ebenfalls Reaktionsnachweise ermöglicht. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß vor allem bei den Probanden, die eine selektive Reaktion zeigten, sich die Veränderungen des Serum PRL immer bei der zweiten Musik (M_2), also der selbst bestimmten Lieblingsmusik als hochsignifikant (99,9 %) erwiesen (Abb.2o).

Eine ähnliche Tendenz, jedoch weniger stark ausgeprägt, zeigen die Probanden, bei denen eine generelle Reaktion ermittelt wor-

Abb. 19 Generelle Reaktion (Zusammenfassende Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen) $(n=7) M_1 \neq M_2$ signif.

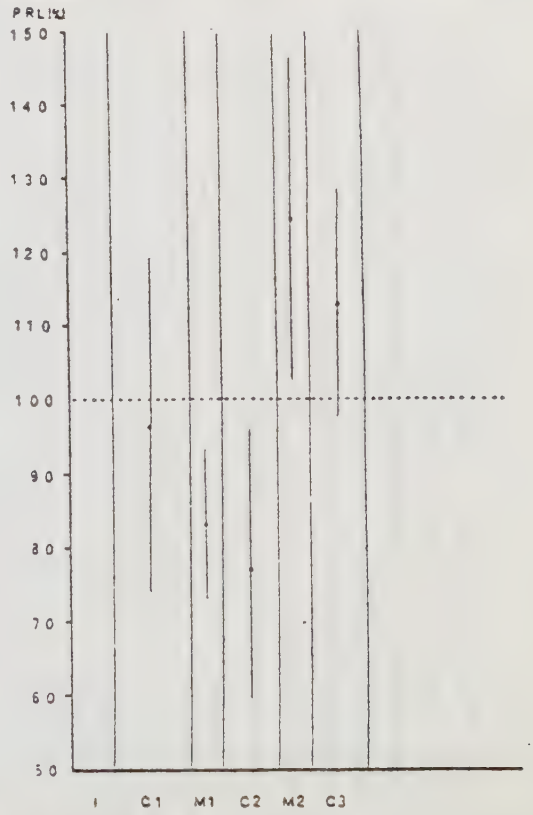
Probanden: A.A., Ch.F.(2 Versuche), C.F.(2 Vers.), M.D., G.L.



I = Anfangsphase
C 1...C 6 = Kontrollphasen
M 1...M) u. R = Phasen der akustischen Stimulation
(einschl. der darauffolgenden 5 Min.)

Abb. 20 Selektive Reaktion (Zusammenfassende Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen) $(n=4) M_2$ signif.

Probanden: S.D., R.M., S.C., M.P.



I = Anfangsphase
C 1...C 6 = Kontrollphasen
M 1...M) u. R. = Phasen der akustischen Stimulation
(einschl. der darauffolgenden 5 Min.)

den war. Es scheint also so zu sein, daß die subjektiv als besonders angenehm empfundene Lieblingsmusik mit einer besonders markanten endocrinen Reaktion übereinstimmt. Daß dies jedoch nicht immer der Fall sein muß, zeigten die weiteren Versuchsreihen (vgl. 3.3.2.1.2.).

Weiterhin ist festzustellen, daß die Mittelwerte der Phasen C_2 und C_3 meist höher liegen als die Mittelwerte von C_1. Dies weist darauf hin, daß die Erhöhungen des im Blut kreisenden PRL die Musikphasen z.T. überdauern, bis in die C-Phasen hinein reichen und auch diese möglicherweise noch überdauern, was auf langfristige Veränderungen infolge Musikeinwirkung hinweist, die durch eine Verlängerung der C_2- und C_3-Phasen u.U. hätten besser erfaßt werden können. Dies hätte allerdings einer weiteren Verlängerung der Versuchszeit bedurft, von der aus den unter 3.1.5. erörterten Gründen hier abgesehen wurde. Darüber hinaus wäre zur Ermittlung der Langzeitwirkungen des PRL eine neu zu entwickelnde andersartige Versuchsreihe sinnvoll und nötig, deren Entwicklung und Durchführung nicht Ziel der vorliegenden Untersuchungen sein konnte, die aber zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden soll (vgl. auch Abschnitt 4.1.).

3.2.1.2. Versuchsreihe 2 (M_1 oder M_2 =Rauschen statt Musik)
14 Probanden

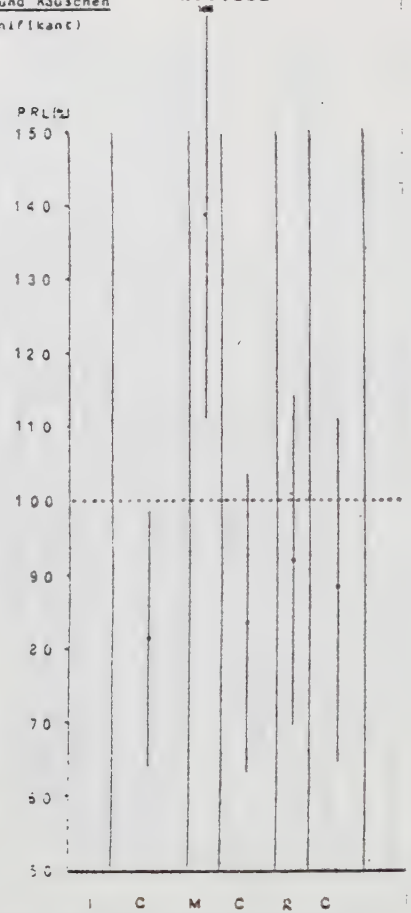
Die Ergebnisse der Versuchsreihe 2, bei der eines der beiden Musikstücke gegen ein konstantes Rauschen gleicher Dauer und Lautstärke getauscht wurde (die einzelnen Ergebnisse sind in den Tabellen 2 u. 3 und den Abbildungen 8 - 11 dargestellt) sind in den Abb. 21 u.22 zusammengefaßt, wobei die Mittelwerte und Standardabweichungen sowie die Überprüfung der Signifikanzen und die graphische Darstellung in gleicher Weise wie in Versuchsreihe 1 ermittelt wurden.

Beim Vergleich der signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Phasen zeigten sich auch hier 3 verschiedene Reaktionsgruppen:

1. Ein signifikanter Anstieg des Serum-PRL-Gehaltes im Blut erfolgt während und unmittelbar nach der Rezeption von Musik im Vergleich zu den Kontrollphasen (n = 7) Abb. 21
2. Bei 5 dieser 7 Probanden ist ein signifikanter Abfall des Serum-PRL-Gehaltes im Blut während und unmittelbar nach der

Abb.21a

Musik und Rauschen
(M=signifikant)

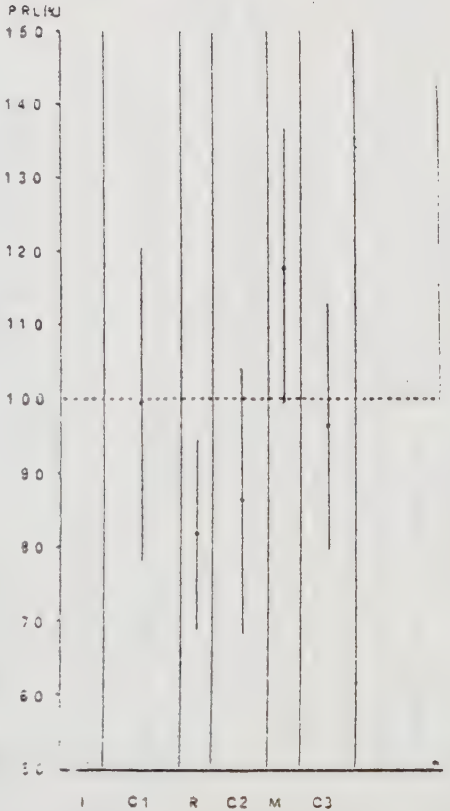


(Zusammenfassende Darstellung der Mittelwerte u. Standardabweichungen) (n = 2)
M.H., H.G. Probanden

Legende s.S.5o

Abb.21 b

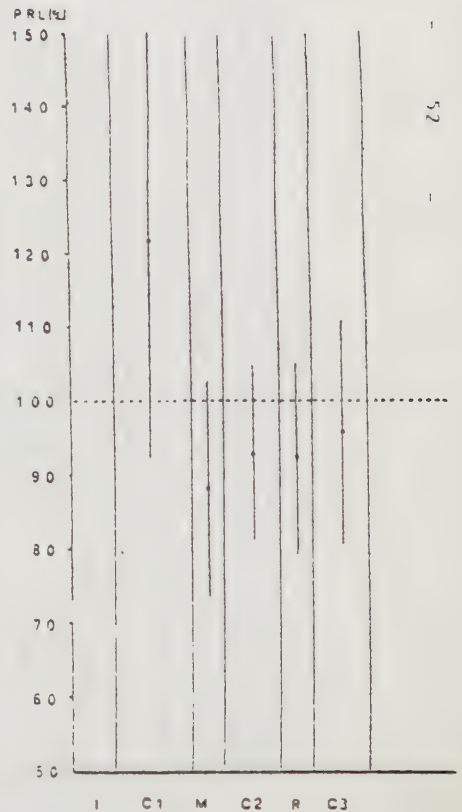
Musik und Rauschen (R u. M signifikant)



(Zusammenfassende Darstellung der Mittelwerte u. Standardabweichungen) (n = 5)
H.H., R.Sch., K.S., C.T., C.S. Probanden

Abb. 22

Musik und Rauschen (keine Signifikanz)



(Zusammenfassende Darstellung der Mittelwerte u. Standardabweichungen) (n = 6)
Co.S., C.W., U.D., U.H., H.D., C.H. Probanden

Rezeption von Rauschen festzustellen (n = 5) Abb. 22

3. Es lassen sich keine signifikanten Veränderungen während oder unmittelbar nach der Rezeption von Rauschen oder Musik nachweisen (n = 6)

Die unterschiedlichen Reaktionsweisen werden aus den zusammenfassenden Darstellungen der Mittelwerte und Standardabweichungen der Abb.21 u. 22 besonders deutlich. Insbesondere bei einer direkten Gegenüberstellung der Phasen der Musik und der Phase des Rauschens zeigen sich extrem hohe Signifikanzen (99,9 %). Selbst die Standardabweichungen überschneiden sich nicht (vgl. R - M) bzw. sehr geringfügig.

Die Ergebnisse der Versuchsreihe 2 zeigen, daß es sich bei den signifikanten Erhöhungen der PRL-Freisetzung während und unmittelbar nach der Rezeption musikalischer Stimuli um eine musikspezifische Reaktion handeln muß, da während und unmittelbar nach der Rezeption von Rauschen gleicher Länge und Lautstärke in keinem Fall signifikante Anstiege gemessen werden konnten; im Gegenteil wurden bei 3 Probanden signifikante Abnahmen des Serum-PRL-Gehaltes im Blut nachgewiesen. Die PRL-sensitiven Systeme des Hypothalamus-Hypophysen-Bereiches müssen also Mechanismen besitzen, welche zwischen musikalischen Stimuli, elektroakustisch betrachtet einer geordneten Zusammensetzung spezifischer Frequenzen, und Rauschen, einem unspezifischen Frequenzgemisch gleicher Lautstärke und Länge, unterscheiden können, deren Aktivierungssysteme und Funktionsweisen bisher noch völlig unbekannt sind.

Eine Möglichkeit der Erklärung dieser unterschiedlichen Wirkungen der Stimuli Musik und Rauschen ergibt sich bei Einbeziehung der bisher bekannten neurophysiologischen Mechanismen. Geht man davon aus, daß musikalische Frequenzmuster, z.B. typische Klangfarben von Instrumenten, Rhythmen, harmonische und melodische Abläufe in Form von spezifischen Engrammen innerhalb des corticalen Systems durch Vererbung und (oder) Erfahrung gespeichert vor dem Versuch schon vorlagen (vgl. ECCLES, 1975, S.528-31) und nur deren Kombination ein neues Element darstellt, so ist es verständlich, daß der Abruf und Vergleich derartiger bekannter Assoziationen bei musikalischen Stimuli andere Reaktionen auch im endocrinen System auslöst als bei der Rezeption von Rauschen, für dessen unspezifisches Frequenzmuster vermutlich

keine spezifischen und häufig abgerufenen Assoziationsengramme vorhanden sind. Man könnte deshalb vermuten, daß es sich bei der Reaktion auf musikalische Stimuli um eine Tendenz im Hinblick auf Wohlbefinden in Form einer Freisetzung von PRL handeln könnte, bei der Reaktion auf unspezifisches Rauschen dagegen um eine negative Reaktion in Form einer Verringerung der PRL-Freisetzung.

Darüber hinaus ist nicht auszuschließen, daß es sich bei den gemessenen Reaktionen nicht um direkte Reaktionsmechanismen des PRL-Systems handeln muß, sondern möglicherweise um Sekundär oder Tertiärreaktionen anderer hypothalamischer oder corticaler Systeme, z.B. des Endorphinsystems (Näheres in Abschnitt 4.1.).

Eine indirekte Wirkung in Form einer Abnahme des PIF (Dopamin) infolge des Hörens der Lieblingsmusik mit darauf folgender PRL-Freisetzung wäre denkbar, ebenso umgekehrt die Zunahme des PIF aufgrund von Rauschen, was eine Hemmung der PRL-Freisetzung zur Folge hätte.

Bemerkenswert erscheint weiterhin, daß bei der Versuchsanordnung Stimulus 1 = Rauschen (n), Stimulus 2 = Musik (M) in fast allen Fällen eine signifikante Reaktion erfolgte, während bei der Abfolge Stimulus 1 = Musik, Stimulus 2 = Rauschen außer bei einem Probanden keine signifikanten Veränderungen nachweisbar waren. Aber auch die Probanden , deren PRL-Sekretion signifikante Änderungen bei keinem der beiden Stimuli erkennen ließ, zeigen einen in der Tendenz ähnlichen Kurvenverlauf. So wurden die Probanden C.S. und G.H. zur Gruppe, die keine Reaktion zeigte, gezählt, obwohl bei beiden ein signifikantes Absinken des Serum-PRL bei Rauschen im Vergleich zur ersten Kontrollphase nachgewiesen wurde. Da jedoch einerseits kein signifikanter Anstieg bei der Musikphase zu verzeichnen war, andererseits die hohen Werte der ersten Kontrollphase an die Gruppe der Versuchsreihe 1 erinnern, die keine Reaktion zeigte, wurde davon abgesehen, die beiden Probanden zu den Probanden mit signifikanten Reaktionen einzuordnen. Der steile Abfall während der ersten Kontrollphase (C_1) könnte nämlich als normale Abbaukurve nach erhöhter Freisetzung von PRL infolge einer langanhaltenden Reaktion aufgrund des Einsetzens der Kanüle interpretiert werden, die sich während der Rauschen-Phase noch weiter fortsetzt, so

daß die niedrigen Werte während des Rauschens in diesen Fällen nicht zwangsläufig als Reaktion auf die Stimulation mit Rauschen gewertet werden müssen. Trotzdem hätte die Rezeption von Musik in der ersten Stimulationsphase statt Rauschen meines Erachtens das weitere Absinken des Serum-PRL-Gehaltes verhindert, wie das z.B. bei U.H. (Abb. 9 c) erfolgte.

Auch in der Versuchsreihe 2 (wie in Versuchsreihe 1) fällt auf, daß fast allen Probanden, die keine signifikanten Reaktionen zeigten, in der ersten Kontrollphase signifikant höhere PRL-Werte als in den gesamten übrigen Phasen gemeinsam sind, was ebenfalls auf die längeren Nachwirkungen der Belastung des Einsetzens der Kanüle (bzw. Anpassung an die ungewohnte Umgebung oder ähnliches) hinweist, was u.U. durch eine weitere Verlängerung der J-Phase hätte isoliert werden können, wodurch auch bei einem Teil dieser hier als nicht reaktiv eingestuften Probanden möglicherweise signifikante Reaktionen hätten nachgewiesen werden können. Dies hätte jedoch einer mit zahlreichen Nachteilen verbundenen Verlängerung und Änderung des Versuchsablaufs bedurft (vgl. Abschnitt 3.1.5.) und muß daher als Thema einer gesonderten Versuchsreihe betrachtet werden.

ZweiProbanden (M.N., M.H.) der Versuchsreihe 2, bei denen der Versuchsablauf geringfügig verändert worden war, zeigten ebenfalls signifikante Veränderungen des Serum-PRL-Gehaltes im Blut während und unmittelbar nach der Musikphase. Zur Vereinfachung wurden die Ergebnisse der beiden Probandinnen in die Mittelwertdarstellungen der 3 Versuchsgruppen sinngemäß eingeordnet. Bei M.N. (Versuchsergebn.in Abb.8 d dargest.) wurden die C_3-Phase mit der C_2-Phase, die M_2-Phase mit der M_3-Phase und die C_4-Phase mit der C_3-Phase zu jeweils einer Gruppe zusammengefaßt, woraus keine Verfälschungen entstehen, da lediglich die Phasen vor der Musikstimulation, die Phasen der Musikstimulation und die End-Kontrollphasen zusammengefaßt wurden.Dies ist legitim, da bei der Interpretation der Ergebnisse der Versuchsreihe 2 nicht eine qualitative Differenzierung verschiedener Musikstimuli sondern eine Differenzierung zwischen Musikstimulation und Rauschen im Vordergrund stand (vgl. 4.1.).

Bei M.H., einer Studentin der Musikhochschule, die anstelle der Rezeption von Musik gebeten worden war,, ca. 2o Minuten lang ihre Lieblingsstücke auf der Geige zu spielen, wurde in der Auswertung die Phase des Stimmens des Instrumentes zur Phase der Musik gezählt; einerseits sollte keine neue Phase in den Versuchsablauf eingefügt werden, andererseits handelt es sich beim Stimmen der Violine um eine tonerzeugende Tätigkeit eines spezifischen Frequenzbildes mit hohem musikalischen Anforderungsniveau (nicht nur in Form eines guten Hörvermögens sondern auch in Form einer hohen Musikalität). Infolge der notwendigen Einbeziehung der Phase des Stimmens in die Musikphase verlängerte sich bei dieser Probandin die M-Phase auf ca. 3o Minuten, was aus der Einzeldarstellung der Abb. 8 b ersichtlich wird und bei der Darstellung der Abb. 23 zur Reaktionsgruppenbildung vereinheitlicht wurde.

Während die maximale Schwankungsbreite der ersten 2 1/4 Stunden des Versuches zwischen 76 µU/ml und 115 µU/ml Serum/PRL liegt, erfolgt nach Beginn des Stimmens ein hochsignifikantes Ansteigen des Serum-PRL-Gehaltes im Blut um mehr als loo % auf 25o µU/ml, ein Wert, der während des Geigenspiels noch weiter auf 28o µU/ml ansteigt und somit das 2 1/2fache der Werte der Kontrollphasen C_1 und C_2 erreicht. Nach Beendigung des Geigenspiels fällt dann der Serum-PRL-Gehalt im Blut innerhalb von 3o Minuten wieder auf das Ausgangsniveau ab und bleibt während der gesamten C_3 - Phase auf diesem Niveau, bzw. fällt allmählich noch etwas ab (Tab. 2 , Abb. 8 b).
Beim Geigenspiel - bei dem hier hinzukommt, daß die Probandin ihre Lieblingsstücke spielte - scheint sich also ebenfalls, und hier besonders markant, die Beeinflußbarkeit der PRL-Sekretion durch musikalische Stimuli zu zeigen. Trotzdem wurde der Versuchsablauf mit eigenproduktiver musikalischer Aktivität in den vorliegenden Untersuchungen nur einmal durchgeführt, da eine Erstellung einer solchen Versuchsreihe für eine allgemeine Untersuchung der Wirkung musikalischer Stimuli nicht sinnvoll wäre, da dies sowohl eine Beschränkung auf Probanden mit fortgeschrittenen Fähigkeiten im Spiel eines Musikinstrumentes, also eine Beschränkung auf eine Spezialgruppe mit gehobener Musikalität voraussetzen würde, andererseits eine Beschränkung auf mobile Musikinstrukente nicht ohne erheblichen Aufwand und Verzicht

Abb. 23 Versuche zur Reproduzierbarkeit der Ergebnisse a+b

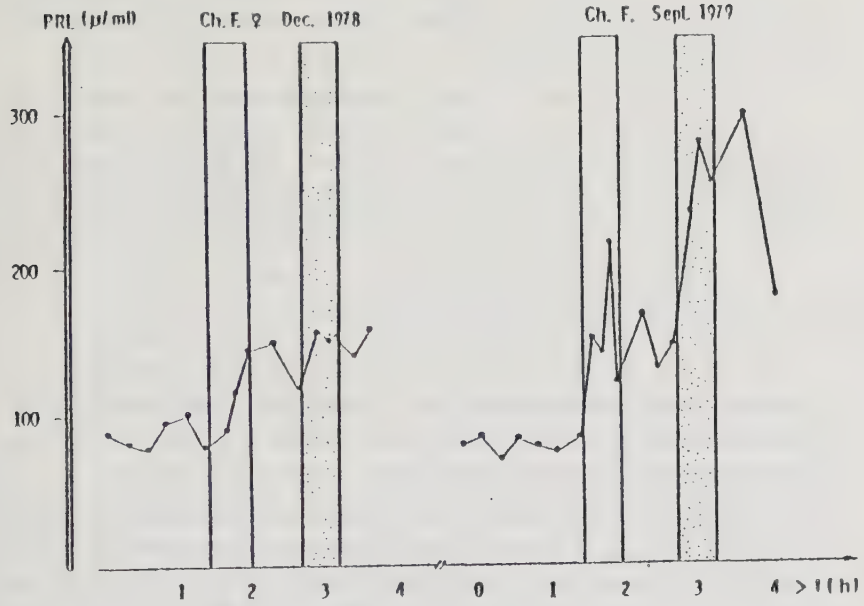
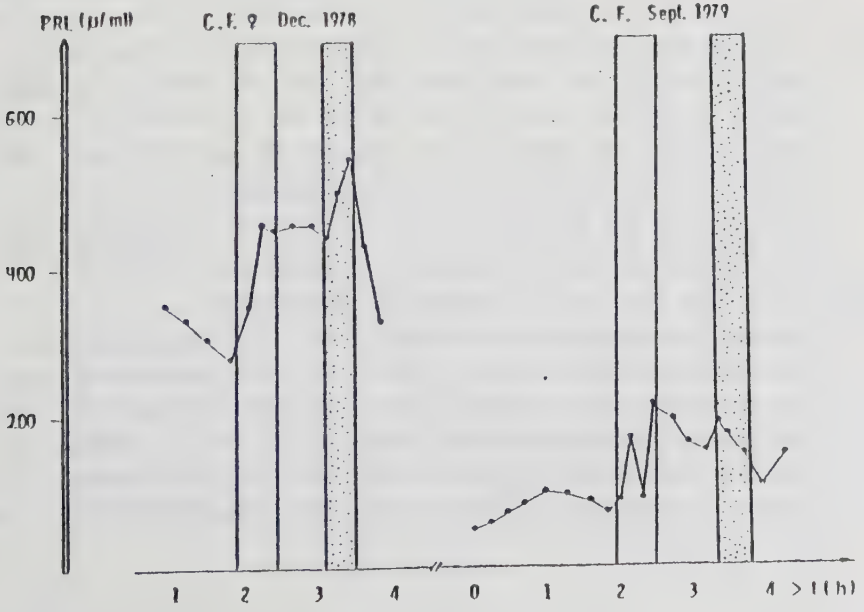


Abb. 24 Versuche zur Reproduzierbarkeit der Ergebnisse a+b



auf relativ einheitliche Versuchsbedingungen (z.B. Lautstärke der Musik) durchgeführt werden könnte, um nur die wichtigsten Aspekte aufzuzeigen.

So bleiben bei dieser Probandin die Ergebnisse der Auswertung des Serum-PRL-Gehaltes im Blut in dieser Beziehung zunächst eine Fallstudie, dürfen aber zum Zwecke der Reaktionsgruppenbildung aufgrund des sonst gleichen Versuchsablaufes wie bei den anderen Probanden dieser Versuchsreihe mit diesen in eine Gruppe zusammengefaßt werden (s.o.).

3.3.2.1.3. Reproduzierbarkeit der Ergebnisse

Um die Frage der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse erörtern zu können, wurde die Untersuchung in zwei Fällen mit den selben Probanden (Ch.F., C.F.) unter identischen Bedingungen nach einem Zeitraum von 9 Monaten wiederholt.

Im Vergleich der Ergebnisse der ersten Untersuchung vom Dezember 1978 (Abb. 23 a und24a) mit den Ergebnissen der Versuche vom August 1979 (Abb. 23b und 24) zeigen sich in beiden Fällen weitgehende Übereinstimmungen sowohl im Hinblick auf die im t-Test verglichenen Signifikanzen als auch im Hinblick auf die Ähnlichkeit des Kurvenverlaufes, wobei im Vergleich der Absolutwerte das Gesamtniveau vor allem bei C.F. im August 1979 etwas niedriger lag als im Dezember 1978. Die prozentuale Schwankungsbreite zwischen den einzelnen Phasen blieb jedoch im gleichen Bereich (vgl. Abb. 5 c mit 6 b , 5 d mit 6 a). Zur besseren Vergleichbarkeit der Versuchsergebnisse wurden die beiden Kurven jeder Probandin mit Absolutwerten in den Abb. 23 und 24 einander gegenübergestellt. Eine Reproduzierbarkeit der Untersuchungen scheint also gegeben zu sein, eine Untersuchung, die freilich bei späteren Versuchsreihen auch weiterhin zu prüfen sein wird.

3.3.2.1.4. Ermittlung der Impräzision bei der Bestimmung

Um den infolge der Schwankungsbreite der vom Hersteller gelieferten radioaktiv markierten Immunassays entstehenden Fehler und den arbeitstechnischen Fehler (Variationskoeffizient) bei der Bestimmung der Seren in etwa abschätzen zu können, wurden die Bestimmungen der Seren zweier Probanden nach ca. 6 Monaten wiederholt, wobei die Seren in dieser Zeit tiefgefroren waren (Er-

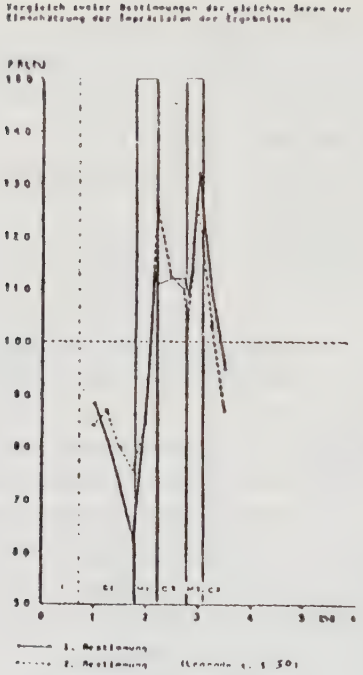
gebnisse s.S. 37). Einen Vergleich der zeitlich verschiedenen Bestimmungen der gleichen Seren zeigt als Beispiel Abb. 25,S.6o. Die aus diesen Wiederholungen gewonnenen Erkenntnisse lassen sich in 3 Punkten zusammenfassen :

1. Der PRL-Gehalt bleibt nach 6-monatigem Tiefrieren praktisch unverändert.
2. Der Variationskoeffizient infolge herstellungstechnischer und bestimmungstechnischer Schwankungen (Impräzision) liegt zwischen 0 und 12 %, im Durchschnitt bei 5 %.
3. Die Impräzision lag bei den vorliegenden Ergebnissen aus folgenden Gründen wesentlich unter dem maximal zu erwartenden Variationskoeffizienten:
   a. Die Bestimmung des Serum-PRL-Gehaltes aller Proben eines Probanden erfolgte mit dem gleichen Radioimmunoassay-Ansatz, so daß der Variationskoeffizient innerhalb der einzelnen Kurven infolge Impräzision bei der Herstelung der Assays weitgehend entfällt.
   b. Alle Bestimmungen erfolgten im gleichen Hormonlabor unter weitgehend gleichen Bedingungen.
   c. Die ermittelten Ergebnisse jeder einzelnen Bestimmung wurden mit Hilfe eines Computers bei vollautomatischer Auszählung als Duplikate, teilweise als Triplikate bestimmt, die Abweichungen der einzelnen Werte untereinander verglichen und schließlich erst bei nicht signifikanten Differenzen in Form eines Mittelwertes als Ergebnis zugelassen und verwertet (RÖHLE,G.; BREUER,H., 1982, S.52-59).

.2.2. Änderungen des LH-Gehaltes im Blut während und nach der Rezeption akustischer Stimuli

Im Vergleich zu den Ermittlungen des von der Hypophyse ins Blut freigesetzten Prolaktins wurde bei 16 der 29 Probanden des Hauptversuches die Menge des ebenfalls von der Adenohypophyse freigesetzten Luteinisierungshormons bestimmt und den PRL-Werten gegenübergestellt. Wie bei der Auswertung der Ergebnisse der PRL-Bestimmungen wurden auch hier für jeden Probanden für die Phasen C_1, M_1, C_2, M_2, C_3 Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet und diese mit Hilfe eines t-Testes auf signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Phasen geprüft. Signifikante

Abb. 25



Erhöhungen des im Blutserum gemessenen Luteinisierungshormones (LH) während und unmittelbar nach der akustischen Stimulation wurden bei 7 der 16 Probanden festgestellt, während bei einem Probanden der Serum-PRL-Gehalt während der Stimulation mit Musik signifikant niedriger lag als während der Kontrollphasen oder Rauschen (H.D., Abb. 15 c).

Eine hochsignifikante Erhöhung nur während der selbstbestimmten Musik, was einer selektiven Reaktion beim PRL entsprechen würde, war nur bei einer Probandin (S.D.)feststellbar, während bei 4 von 8 Probanden eine signifikante Verringerung des Serum-LH-Gehaltes während und unmittelbar nach der Stimulation mit Rauschen feststellbar war (U.D., C.S., C.T., M.N.). Auch 3 der 4 Probanden, deren Reaktion als nicht signifikant eingestuft werden mußte, zeigten eine abfallende Tendenz des Serum-LH-Gehaltes während der Stimulation mit Rauschen (H.G., G.W., U.H.). Bei lo der 16 Probanden lagen die Maximalwerte des Versuchs in der Zeit der Stimulation mit Musik.

Eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse scheint ähnlich den Untersuchungen bei PRL auch bei der Freisetzung von LH gegeben zu sein, wie der Wiederholungsversuch bei der Probandin C.F. im Dezember 1978 und August 1979 nahelegt (Abb. 12 c,d). In beiden Versuchen wurden keine signifikanten Veränderungen infolge Musik registriert. Beide Kurven zeigen einen ähnlichen allmählichen Abfall des Serum-LH-Gehaltes unterschiedlicher Schwankungsbreite weitgehend unbeeinflußt von Musik (vgl.auch 3.3.2.1.3.).

Die Einzelergebnisse der LH-Bestimmungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Änderungen des im Blutserum gemessenen LH zeigen eine ähnliche Tendenz wie die Änderungen des Gehaltes an PRL:

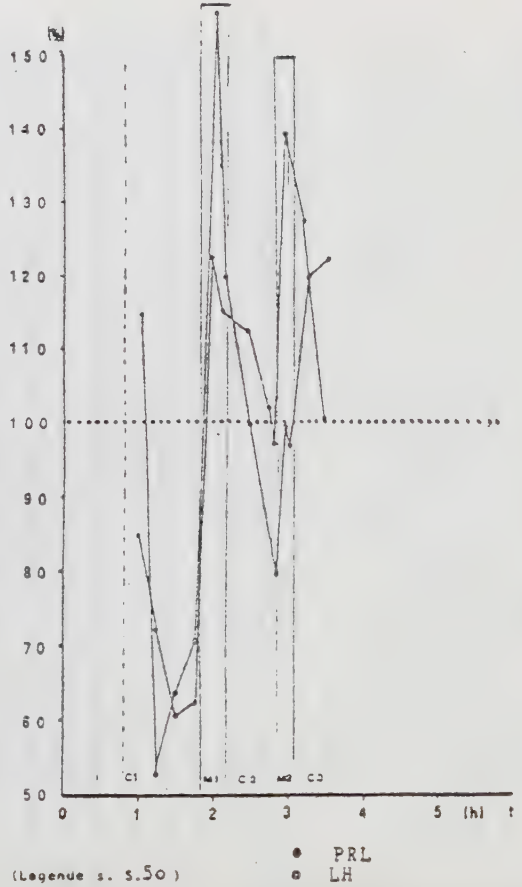
1. Bei mehr als 6o % der Probanden liegen die Kurvenmaxima in den Zeiten der musikalischen Stimulation, in keinem Fall während der Stimulation mit Rauschen. Trotzdem erwiesen sich im t-Test die Vergleiche der Mittelwerte nur bei 7 von 16 Probanden als signifikant höher während der musikalischen Stimulation gegenüber den Kontrollphasen.
2. 5o % der Probanden, bei denen anstelle einer der beiden Musikstimuli Rauschen vorgespielt wurde, zeigten signifikante Verringerungendes Serum-LH-Gehaltes im Blut während und unmittelbar nach der Stimulation mit Rauschen, in 3 Fällen liegen auch die Versuchsminima in dieser Phase.
3. Trotzdem lassen sich im Gegensatz zum PRL beim Vergleich der Mittelwerte in der Mehrzahl der Fälle keine über die gesamten Stimulationsphasen andauernden signifikanten Veränderungen nachweisen (vgl. auch 3.3.2.1.1.).
4. Eine Reaktionsgruppenbildung ähnlich der bei der Diskussion der Ergebnisse der PRL-Bestimmungen scheint mir bei der Betrachtung der vorliegenden Ergebnisse auch aufgrund der geringen Anzahl der bei der LH-Bestimmung einbezogenen Probanden zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht angebracht zu sein.

Einen Hinweis auf mögliche Langzeitwirkungen akustisch-musikalischer Stimulation auf die LH-Sekretion geben die Untersuchungen von BEARDWOOD, MUNDELL und UTIAN (1975, S. 282-287), bei denen 9 Probanden (6 ♂, 3 ♀) an 2 bis 4 aufeinanderfolgenden Tagen in einem Zeitraum von je 2 Std. (alle 1o Min. eine Minute lang) 3- oder 6 kHz-Töne mit einer Lautstärke von 85 oder 95 dB vor-

Abb. 26

Vergleich zwischen der PRL- und der LH-Sekretion

Proband: M.D. (♀)

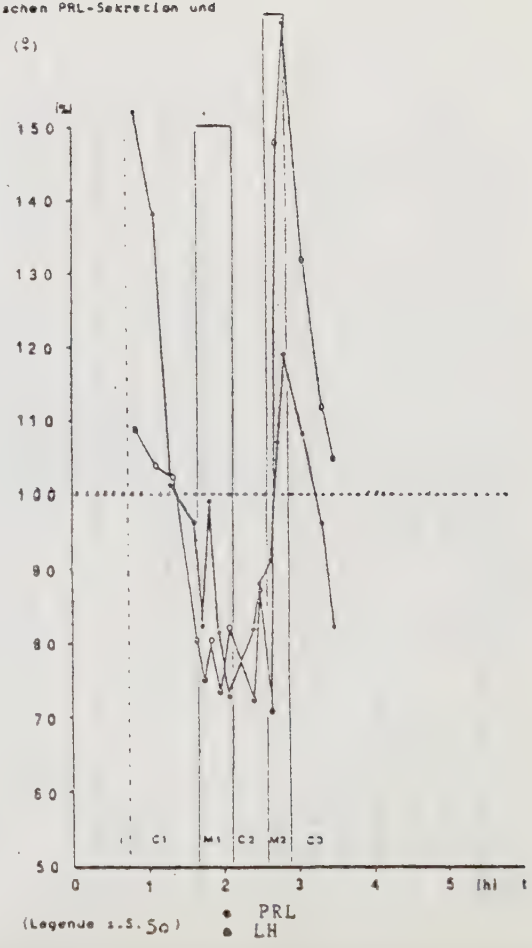


(Legende s. S.50)

Abb.27

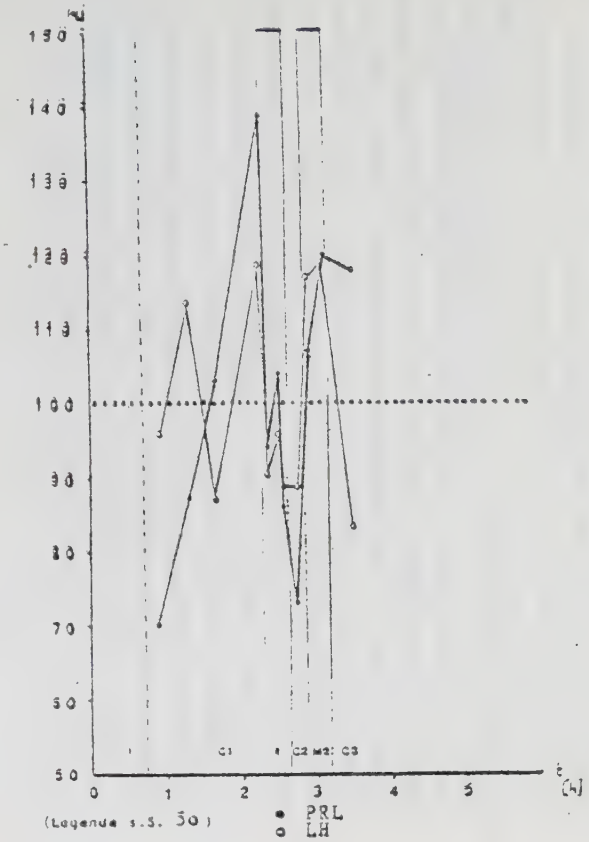
Vergleich zwischen PRL-Sekretion und LH-Sekretion

Proband: S.D. (♀)

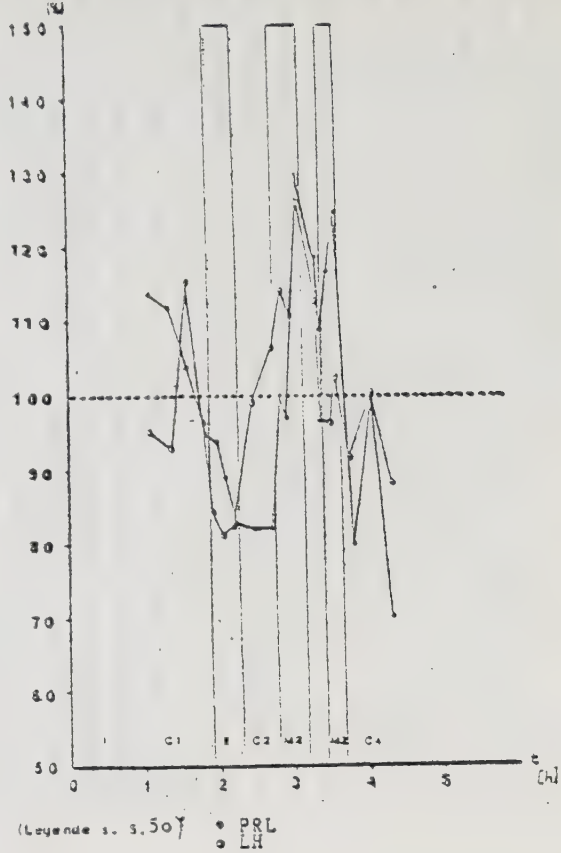


(Legende s. S.50)

Proband C.S. (♀)



Proband H.N. (♀)



gespielt wurden. In allen Fällen konnte eine Erhöhung der LH - Sekretion registriert werden. Bei einer Frau, die seit 3 Jahren wegen Unfruchtbarkeit mit verschiedenen Hormonpräparaten ohne Erfolg behandelt worden war, konnte innerhalb von 43 Tagen mit Hilfe mehrfacher 3-tägiger Audiostimulation die LH-Sekretion bis zur Wiederherstellung eines 23-tägigen Menstruationszyklus gesteigert werden (BEARDWOOD, MUNDELL, UTIAN, 1975, S. 683-684).

Von besonderer Bedeutung scheint mir ein Vergleich der PRL-Werte mit den LH-Werten innerhalb der einzelnen Probanden zu sein. Zur Veranschaulichung und zur Erleichterung der Vergleichbarkeit der einzelnen Kurvenverläufe der beiden Hormone sollen hier als Beispiele die Abb. 26 bis 29 (Probanden M.D., S.D., C.S. und M.N.) dienen und erörtert werden. Auch hierbei erweist sich die in Abschnitt 3.2. erklärte und begründete Darstellung in Prozentualwerten als sinnvoll, da so beide Hormone ohne Veränderung innerhalb des gleichen Systems verzerrungsfrei dargestellt und verglichen werden können.

Bei 9 von 16 Probanden (7 weiblich, 2 männlich) lassen sich weitgehende Parallelen im Kurvenverlauf von LH und PRL feststellen, bei den übrigen 7 Probanden ist keine Beziehung zwischen beiden erkennbar. In keinem Fall wurde eine regelmäßige Gegenläufigkeit gefunden. Auch eine möglicherweise zu erwartende Parallelität mit zeitlicher Verschiebung war in keinem Fall nachweisbar. Wie die Abb. 25 - 29, bei denen die LH-Kurve und die PRL-Kurve direkt übereinander gelegt wurden, exemplarisch zeigen, liegen in der Mehrzahl der Fälle parallele Kurvenverläufe ohne erkennbare zeitliche Verschiebung vor. Diese Beobachtung trifft für 56 % der Probanden zu (S.D., M.D., Ch.F., U.H., C.S., M.N., C.T., U.D., H.G.). Die Ergebnisse legen folgende Vermutungen nahe:

1. Es existiert eine Beziehung zwischen der Sekretion von PRL und LH ins Blut, die vor allem während der Phasen der akustischen Stimulation deutlich wird.
2. Eine direkte Abhängigkeit der beiden Hormone voneinander erscheint unwahrscheinlich, da in diesem Fall zumindest geringfügige zeitliche Verschiebungen hätten registriert werden müssen. Andernfalls müßte es sich um ein extrem schnell reagierendes System handeln, was nach bisheriger Kenntnis nicht

zu erwarten zu sein scheint.

3. Wenn es sich, wie gezeigt wurde, um einen parallelen Verlauf der Kurven, nicht aber um eine gegenseitige Abhängigkeit der beiden endocrinen Reaktionen handelt (vgl.Punkt 2), liegt die Vermutung nahe, daß ein übergeordneter Auslösemechanismus existiert, der die Fähigkeit besitzt, beide Systeme gleichzeitig zu aktivieren bzw. zu blockieren. Ein solcher den "Releasing-Factors" und "Inhibitory Factors" beider endocriner Systeme übergeordneter Mechanismus könnte im hypothalamischen Bereich zum Beispiel innerhalb des Endorphinsystems zu finden sein, was später noch zu erörtern sein wird.(vgl. Abschn. 4.1.).
4. Da die Parallelität der PRL-Sekretion und der LH-Sekretion besonders markant nur während der Reaktion auf Stimulation in Erscheinung tritt, weniger bei den Kontrollphasen (C_1, C_2, C_3), kann vermutet werden, daß die Sekretion beider Hormone "in vivo" vor allem dann Parallelen zeigt, wenn endocrine Reaktionen des Organismus auf spezifische externe oder interne Stimuli erfolgen, nicht aber beim "Normalverlauf". Die Stimulusspezifität ist hierbei noch unklar, so daß es denkbar wäre, daß als Antwort auf spezifische Stimuli hin nur eines der beiden Hormone, auf andere Stimuli hin beide Hormone aktiviert werden könnten.

.3.3. Die Auswirkungen der akustischen Stimulation auf die Herztätigkeit als ergänzendem Parameter

Als Ergänzung der endocrinologischen Untersuchungen wurden bei 6 der untersuchten Probanden in getrennten Versuchen Elektrokardiogramme vor, während und nach der akustischen Stimulation aufgezeichnet, wobei einerseits untersucht werden sollte, ob Beziehungen zwischen den endocrinen Reaktionen und den cardiologischen Ergebnissen bestehen, andererseits sollte die Frage untersucht werden, ob die in der Literatur beschriebenen Veränderungen der EKG-Kurven infolge Musikeinwirkung auch bei den vorliegenden Untersuchungen beobachtet werden können (vgl. HARRER, 1975, S. 15-29, FRANK, 1975, S. 79-90).

Die Untersuchung möglicher Veränderungen der Herztätigkeit bietet sich als vergleichender Parameter zu den endocrinologischen Untersuchungen an, da es sich auch hier um vegetative, der unmittelbaren willentlichen Steuerung entzogene Regulationsvorgänge handelt, die darüber hinaus ebenfalls der Steuerung durch hypothalamische Bereiche unterworfen sind (LULLIES, TRINCKER, 1977, S. 827-876).

Da es sich bei den im Folgenden diskutierten Ergebnissen der elektrokardiographischen Aufzeichnungen nicht um eine umfassende Analyse physiologischer oder pathologischer Elektrokardiogramme handeln soll, sondern lediglich die Frage untersucht werden soll, ob Unterschiede im EKG zwischen den Phasen der Stimulation mit Musik, den Phasen der Stimulation mit Rauschen und den stimulationsfreien Phasen erkennbar sind, und da es sich darüber hinaus nur um einen die endocrinologischen Untersuchungen ergänzenden Parameter handelt, sollen hier die aufgezeichneten Kurven nur insoweit diskutiert werden, als diese ggfs. Rückschlüsse auf die Einwirkung der musikalisch-akustischen Stimulation erlauben könnten. Aus diesem Grunde und zur besseren Übersichtlichkeit werden auch die aufgezeichneten EKG-Kurven nur auszugsweise an Beispielen in kurzen Ausschnitten in Abb.17,S.43zusammengefaßt und einander gegenübergestellt.

3.3.3.1. Diskussion der EKG-Ergebnisse

Wie schon in Abschnitt 3.1.6. beschrieben und dargestellt, wurde der gleiche Versuchsablauf wie in den endocrinologischen Untersuchungen beibehalten, wobei sowohl die Tageszeit, die konstante und die vom jeweiligen Probanden bestimmte Musik sowie deren Lautstärke wie in Abbildung 3, S.23 gezeigt beibehalten wurden. Lediglich die Kontrollphasen und die J-Phase wurden auf ca. 15 Minuten verkürzt, da einerseits die Belastung des Anlegens der Elektroden für die Probanden geringer ist als die Belastung des Einsetzens der Venenverweilkanüle, andererseits die EKG-Ableitung als neurophysiologisches Untersuchungsverfahren im Gegensatz zur Messung biochemischer, also langsam erfolgender Veränderungen innerhalb des Organismus, wie z.B. Änderungen des endocrinen Status, keiner so langen Kontrollphasen (C_1, C_2, C_3) bedarf, so daß die Versuchsdauer auf ca. 1,5 Std. verringert werden konnte.

Als repräsentative Beispiele der Ergebnisse der Auswertung der Elektrokardiogramme wurden charakteristische Ausschnitte der EKG-Kurven der Probanden Ch.F. (♀), R.S. (♀) und P.G. (♂) ausgewählt und in Abb.17 dargestellt. Bei keinem der untersuchten Probanden konnten signifikante Änderungen zwischen den stimulationsfreien Phasen, den Phasen akustischer oder den Phasen musikalischer Stimulation festgestellt werden, die direkte Rückschlüsse auf eine Abhängigkeit der Herztätigkeit von akustischen oder musikalischen Stimuli, wie sie in den vorliegenden Versuchsreihen angewendet wurden, erlauben würden. Alle Probanden zeigen einen regelmäßigen Sinusrhythmus, Indifferenztyp bis Steiltyp mit unauffälligem Kurvenverlauf. Die Pulsfrequenz (P) bleibt bei allen untersuchten Probanden während der Phasen C_1, M_1, C_2, M_2, C_3 nahezu unverändert; weder bei der konstanten Musik (Bolero) noch bei der vom Probanden selbstbestimmten Musik noch bei Rauschen konnten signifikante Änderungen der Pulsfrequenz festgestellt werden. Lediglich bei zwei Probanden konnte eine leichte Frequenzerhöhung während M_1 und M_2 registriert werden (ca. 5 %). Bei selbstbestimmten Musikstücken mit beruhigendem Charakter wie z.B. bei Esther Oferim's folkloristischen Liedern und der irischen Folklore der Dubliners (P.G.) verringerte sich die Schwankungsbreite der Pulsfrequenz. Dies veranschaulicht als Beispiel die folgende Tabelle:

Auszug aus der Pulsfrequenztabelle von Ch.F.

Phase	M_1=Bolero			M_2=folkl.Lieder			Schwankungsbreite
C_1	8o	73	8o	68	77	82	P = 14
M_1	8o	75	9o	85	83	8o	P = 15
C_2	85	8o	87	93	81	84	P = 13
M_2	89	86	87	86	85	84	P = 5
C_3	85	94	85	84	92	78	P = 14

Die gleiche Tendenz spiegelt sich auch in der bei 3 Probanden deutlich erkennbaren respiratorischen Arhythmie wider, die vermutlich auf vagale Einflüsse zurückführbar ist: Während die respiratorische Arhythmie beim Bolero etwa gleich bleibt wie während der Kontrollphasen, verschwindet diese fast vollständig während und nach den selbstgewählten Musikstücken mit beruhigendem Charakter, der Sinusrhythmus wird noch regelmäßiger.

Bei der Stimulation mit Rauschen sind die Schwankungen der Pulsfrequenz sowie die respiratorische Arhythmie bei nahezu gleichbleibendem Frequenzniveau wieder ausgeprägter.

Während und unmittelbar nach der Rezeption von Maurice Ravel's Bolero treten bei einer Probandin (Ch.F.) vereinzelt supraventrikulare Extrastolen auf.

Bei einem Probanden (P.G.) fällt während der Phase C_1 eine leichte Brachycardie mit überwiegendem Vagotonus auf, die während der musikalischen Stimulation (M_1) noch verstärkt wird (Ableitung I-III, VI-V3), außerdem in Phase C_1 und M_1 eine leichte nicht pathologische ST-Anhebung in V5 und V6 und eine relativ hohe T-Zacke.

3.3.3.2. Vergleich mit den Ergebnisse von Gerhart Harrer und Christl Frank

Beim Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung mit den von G.HARRER (1975, S.3-48) beschriebenen Ergebnissen läßt sich folgendes zusammenfassen:

1. Während Harrer bei zunehmender Rhythmusbeschleunigung eine Anpassung von Atem- und Pulsfrequenz registrierte, wurden während der Phasen der Stimulation mit Musik keine signifikanten Veränderungen der Atem- und Pulsfrequenz festgestellt. Der größte Teil der bei meinen Untersuchungen zur Anwendung gekommenen Musikstücke(nicht zuletzt auch aufgrund der Auswahl der Lieblingsstücke durch die Probanden) enthält allerdings auch keine markanten Steigerungen des Rhythmus, so daß die unterschiedlichen Ergebnisse nicht unbedingt als Widerspruch gedeutet werden müssen.Trotzdem hätte den Untersuchungen von Harrer und Kneutgen zufolge (Wirkung von Jazz-Rhythmen, Wirkung von Wiegenliedern) ein Absinken der Herzfrequenz bei den ruhigen folkloristischen Liedern von Esther Ofarim oder der Dubliners erfolgen müssen.
2. In Übereinstimmung mit den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen traten auch bei meinen Untersuchungen bei einer Probandin vereinzelt Extrasystolen während und unmittelbar nach der Musikrezeption auf, die nach HARRER (1975, S.37) im Falle einer Ablehnung der Musik durch den Probanden von

diesem auch subjektiv wahrgenommen werden können. Im vorliegenden Fall war keine subjektive Wahrnehmung der Störung erfolgt. Die Probandin empfand die Musik als ausgesprochen angenehm.

3. Eine beruhigende Wirkung (vgl. KNEUTGEN, 1971) kommt bei den vorliegenden Ergebnissen weniger durch eine Änderung der Pulsfrequenz denn durch einen gleichmäßigeren EKG-Kurvenverlauf meist unter Wegfall der respiratorischen Arhythmie zum ausdruck.

4. Ein Verschwinden der T-Zacke im EKG-Kurvenverlauf, wie dies HARRER (1975, S. 26) bei starker emotioneller Mitbeteiligung (vor allem bei der Rezeption von Dixieland-Musik) beschreibt, konnte bei keinem Probanden beobachtet werden, obwohl besonders bei der selbstbestimmten Lieblingsmusik meist eine starke emotionelle Mitbeteiligung registriert werden konnte (vgl. FRANK, 1975; HARRER,1975; KNEUTGEN, 1971).

3.3.4. Ein Einblick in die Persönlichkeitsstruktur der Probanden mit Hilfe psychologischer Testverfahren

Da die Betrachtung der Ergebnisse der von mir angewendeten psychologischen Testverfahren wie der Diskussion der Elektrokardiogramme hier nur ein ergänzender und die Analyse der unterschiedlichen Wirkungsweise akustischer Stimulation unterstützender Parameter sein kann und soll, erhebt die hier folgende Diskussion keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Ausgewogenheit in psychologischer Sicht im Hinblick auf die Aussagekraft über die tatsächliche Persönlichkeitsstruktur der einzelnen Probanden. Es sei daher hier nur ausdrücklich auf die allgemeine Problematik psychologischer Testverfahren hingewiesen, so auch der in diesen Untersuchungen angewendeten MPI- und FPI-Persönlichkeitstests mit Hilfe von Fragebogenverfahren. Obwohl bei der Auswertung des FPI für jeden Probanden eine individuelle Persönlichkeitskurve in Form eines Polaritätsprofils mit neun Dimensionen erstellt wird, darf dies nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Kurve aus den von den Probanden subjektiv bejahten oder verneinten Fragen entstand. Darüber hinaus war es nicht möglich, die Fragebögen anonym zu behandeln, da dies den notwendigen individuellen Vergleich zwischen endocrinologischen

und psychologischen Ergebnissen verhindert hätte. Infolgedessen können absichtliche Verfälschungen bei der Beantwortung einzelner Fragen nicht immer ganz ausgeschlossen werden. Andererseits halte ich die Kombination der angewendeten Testverfahren als ergänzendem Parameter für geeignet, mögliche Parallelen zwischen endocriner Reaktion und spezifischen Persönlichkeitsmerkmalen ermitteln zu können, ohne damit allgemeingültige Aussagen zu einer spezifischen Eigenschaftdimension einer Person erlauben zu müssen. Es genügt, diese lediglich als Hinweise auf bestimmte Tendenzen innerhalb der Persönlichkeitsstruktur einzustufen. Als ebenfalls positiv für die angewendeten beiden Testverfahren erwies sich eine günstige Testmotivation der Probanden infolge meist großen Interesses an den Untersuchungen (FAHRENBERG et al. 1978, S. 7).

Aus den oben genannten Gründen soll hier anhand der vorliegenden psychologischen Untersuchungsergebnisse keine umfassende faktorenanalytische Diskussion der Persönlichkeitsstrukturen der einzelnen Probanden versucht werden, sondern es soll einerseits aufgezeigt werden, in wieweit die Aussagen zweier unterschiedlicher Fragebogensysteme im Hinblick auf die Einstufung des jeweiligen Probanden als introvertiert bzw. extravertiert bzw. neurotisch, psychosomatisch gestört oder nicht sich ähneln oder übereinstimmen, was bescheidene Aussagen über die Zuverlässigkeit der Verfahren sowie der erhaltenen Ergebnisse erlaubt; andererseits und vor allem soll aufgezeigt und diskutiert werden, ob Übereinstimmungen oder Parallelen zwischen den Ergebnissen der Persönlichkeitstests und den Ergebnissen der endocrinologischen Untersuchungen vorliegen.

Da das "Maudsley Personality Inventory" im Gegensatz zum Freiburger Persönlichkeitsinventar sich auf die Darstellung zweier fundamentaler Persönlichkeitsdimensionen beschränkt, nämlich die der "neurotischen Tendenz" und der "Extraversion" (die Ergebnisse sind in Tab.5,S.44 zusammengefaßt), erscheint es mir auch im Hinblick auf die endocrinologischen Ergebnisse zunächst sinnvoll, die Aussagen der unterschiedlichen Testverfahren (MPI und FPI) bezüglich der Einordnung der einzelnen Probanden auf den "Extraversion-Introversion"-Skala (E) einander gegenüberzustellen.

Es zeigt sich dabei eine weitgehende Übereinstimmung der Aussagen beider Testverfahren (Bei 16 von 21 Probanden war E=19%). Die durchschnittliche Abweichung zwischen den Ergebnissen der beiden Persönlichkeitsinventare liegt bei 1o,9 % (n-1 = 9,8%) (vgl. Abb. 3o).

Um die Verteilung der Probanden entlang der Skala zwischen den Persönlichkeitsfaktoren Introversion und Extraversion ermitteln und veranschaulichen zu können, wurde eine grafische Darstellung entwickelt, die sowohl die Ergebnisse beider Testverfahren, deren Abweichung voneinander (dargestellt durch die Verbindungslinien) als auch die Repräsentanz der Gauß'schen Normalverteilung hinsichtlich der Auswahl der Probanden in Bezug auf diesen Persönlichkeitsfaktor zeigt (Abb.3o). Im Vergleich zur Normalverteilung ergibt sich hierbei die nachfolgende Anordnung (Tab. 6, S. 72).

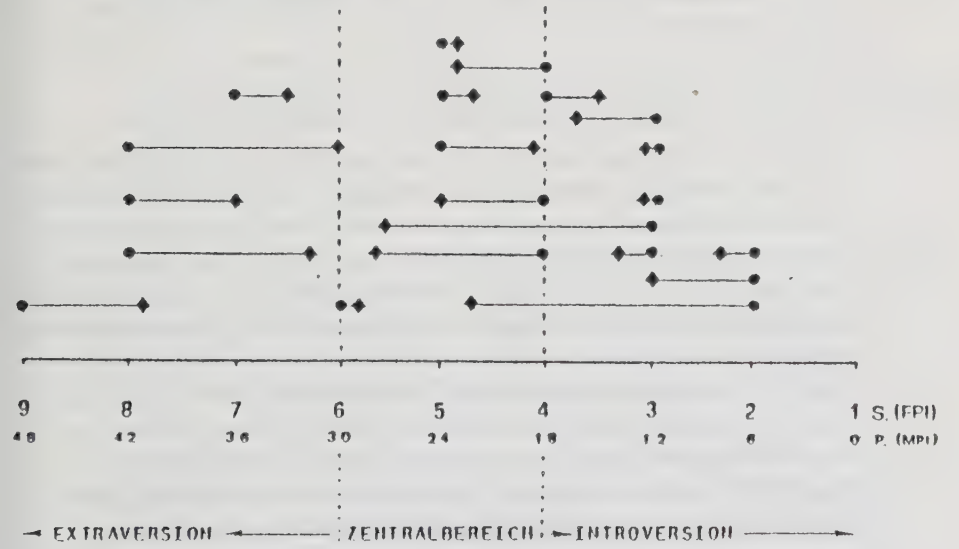


Abb. 3o Verteilung der Probanden innerhalb der Extraversion-Introversion - Skala

♦ Ergebnisse des MPI - Testverfahrens
● Ergebnisse des EPI - Testverfahrens
— Abweichung der Ergebnisse beider Verfahren

Tab. 6 Verteilung der Probanden innerhalb der Extraversion-Introversion-Skala im Vergleich zur Normalverteilung

	Normalverteilung		Verteilung der untersuchten Probanden in %	
Zentralbereich	54		43	
Extraversion	23	46	21,3	57
Introversion	23		35,7	

Aus der Darstellung der Abb. 3o sowie aus der Tabelle 6 geht hervor, daß die Verteilung auf die 3 Bereiche bei den hier untersuchten Probanden im Vergleich zur Normalverteilung etwas vom Zentralbereich (in Abb. 3o abgegrenzt durch die gestrichelten Linien) in Richtung Introversion verschoben ist. Während der prozentuale Anteil der als mehr extravertiert charakterisierten Probanden mit der Normalverteilung praktisch übereinstimmt, liegt der Anteil der als mehr introvertiert eingestuften Probanden um 12,7 % höher als bei der Normalverteilung (3. Spalte der Tab. 6).

3.3.4.1. Vergleich mit den endocrinologischen Befunden

Von besonderem Interesse erscheint mir die Frage, ob Parallelen zwischen der Lage innerhalb des Bereiches Extraversion-Introversion und der endocrinen Reaktion bestehen. In der folgenden Tabelle (Tab. 7) werden daher die den 3 Bereichen der Extraversionsskala (Extraversion-Zentralbereich-Introversion) zugeordneten Probanden den endocrinen Reaktionen gegenübergestellt, wobei bei den endocrinen Reaktionen lediglich unterschieden wurde, ob signifikante Veränderungen bei PRL oder bei LH während und unmittelbar nach den Phasen akustischer Stimuli festgestellt worden waren; zur besseren Übersicht wurden hier sowohl der unterschiedliche Versuchsablauf als auch die Höhe der Signifikanzen zunächst nicht berücksichtigt.

Tab. 7 Vergleich des Extraversions-Introversionsgrades der Probanden mit ihrer endocrinen Reaktion (in %)

	PRL-Sekretion		LH-Sekretion		
Probanden	ja	nein	ja	nein	nicht untersucht
Extraversion (n=5)	4o	6o	o	6o	4o
Zentralbereich (n=8)	62,5	37,5	12,5	25	62,5
Introversion (n=8)	75	25	37,5	12,5	5o

Obwohl es sich bei der vorliegenden Untersuchung zwar psychologischen Maßstäben zufolge um eine sehr kleine Anzahl von Probanden handelt und daher bei der Interpretation dieser Gegenüberstellung besondere Vorsicht in Bezug auf verallgemeinernde Aussagen geboten erscheint, werden bei der Analyse trotzdem eindeutige Tendenzen im Hinblick auf die Abhängigkeit vor allem der PRL-Sekretion von dem Extra- bzw. Introversionsgrad der Probanden deutlich. Bei den als extravertiert charakterisierten Probanden zeigten 6o % keine endocrine Reaktion auf akustische Stimuli (bei PRL und LH), lediglich bei 4o % der Probanden konnten signifikante Veränderungen des Serum PRL-Gehaltes im Blut gemessen werden, bei keinem Probanden wurden signifikante Veränderungen des Serum LH (O%) registriert. Bei den Probanden mit keiner ausgeprägten Tendenz zur Extraversion oder Introversion (hier als Zentralbereich bezeichnet) war es schon umgekehrt: 62,5 % reagierten auf akustische Stimuli mit einer signifikanten Veränderung der PRL-Sekretion, und bei den als introvertiert eingestuften Probanden reagierten sogar 75 % mit einer endocrinen Reaktion auf die akustische Stimulation und nur 25 % zeigten keine Reaktion. Fast ebenso deutlich wird dies bei der LH-Sekretion: Berücksichtigt man hier, daß nur bei 5o % der Probanden LH bestimmt wurde, so ergibt sich in den Außenbereichen die gleiche Verteilung wie bei der PRL-Sekretion: alle untersuchten und als extravertiert charakterisierten Probanden zeigten keine Reaktion, während bei 75 % der als introvertiert charakterisierten Probanden signifikante Veränderngen der LH-Sekretion gemessen wurden (Tab. 7).

Auffällige Übereinstimmungen im Kurvenverlauf der Stanineverte sowie der Einzelwerte der FPI-Skalen (FPI I - FPI M) mit den einzelnen endocrinen Reaktionsgruppen konnten nicht festgestellt werden. Die Anzahl der statistisch bedeutsamen Abweichungen vom Durchschnitt der jeweiligen Altersgruppe war jedoch bei 90 % der Probanden, die signifikante endocrine Reaktionen gezeigt hatten , auch im FPI-Testverfahren signifikant höher als bei den Probanden ohne signifikante endocrine Reaktion, deren Stanineverte* im FPI mehr im Zentralbereich blieben. Tabelle 8 gibt einen vergleichenden Überblick über die aus den Ergebnissen der FPI-Auswertung errechneten Mittelwerte innerhalb der Probanden, die eine signifikante endocrine Reaktion auf akustische Stimuli gezeigt hatten,und der Probanden ohne signifikante endocrine Reaktion. Die Signifikanzen innerhalb der Wertgruppen wurden mit Hilfe ungepaarter t-Tests ermittelt.

Es zeigt sich, daß die im FPI ermittelte Persönlichkeitsstruktur der Probanden, bei denen eine endocrine Veränderung infolge akustischer Stimulation erfolgte, signifikant mehr Extremata aufweist als die Persönlichkeitsstruktur der Probanden, bei denen keine signifikanten endocrinen Veränderungen nachgewiesen werden konnten. Dies wird auch bei der Betrachtung der Kurvenverläufe der FPI-Auswertungsbogen deutlich, bei denen die Kurven der Probanden mit signifikanter endocriner Reaktion wesentlich mehr in den Außenbereichen liegen als die der Probanden ohne signifikante endocrine Veränderungen, deren FPI-Kurven sich meist im schraffierten Mittelbereich bewegen, der die Persönlichkeitsstruktur von 54 % der Bevölkerung widerspiegelt. Eine Gegenüberstellung von je 2 Auswertungsbögen beider Reaktionsgruppen zeigt die Abb. 18 , S. 45 .

* FPI-Standardwerte ermittelt aus den von Fahrenberg entwickelten Tabellen (FAHRENBERG, J. et al., 1978, S. 129-135).

b.8 Die Beziehungen zwischen der Persönlichkeitsstruktur (n.FPI-Polaritätsprofilen) und den endocrinen Reaktionen der Probanden

(n = 19 = 9o % der Probanden)

Probanden	Anzahl der Stanine im Zentralbereich (Mittelwert) FPI 4-6	Anzahl der Stanine in den Extrembereichen (Mittelwert) (FPI 1-2, 8-9
a)mit signifikanter endocriner Veränderung (n=11)	5,2	3,5
b) ohne signifikante endocrine Veränderung (n=8)	6,9	1,5
signifikante Unterschiede (t-99%) zwischen a) u. b) bezügl.der Lage der Stanine im FPI-Polaritätsprofil	nein	ja

Schlußbetrachtungen

1. Abschließende Überlegungen und Perspektiven

Obwohl im Teil 3 der vorliegenden Dissertation versucht wurde, durch die Einbeziehung neurophysiologischer und psychologischer Verfahren in die endocrinologischen Untersuchungen ein möglichst breites Spektrum von Erklärungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Wirkungsweise von Musik zu umfassen (vgl. Einführung), muß noch eine Vielzahl von Fragen und Interpretationsmöglichkeiten offenbleiben. So können zum heutigen Zeitpunkt keine gesicherten Aussagen über geschlechtsspezifische Wirkungsunterschiede der Musik sowie über Unterschiede bei Laien und musikalisch Geschulten, ferner über die Bedeutung des Zeitpunktes innerhalb des Menstruationszyklus gemacht werden, obwohl nach den bisherigen Ergebnissen keine gravierenden Unterschiede zu bestehen scheinen. Dies gilt ebenfalls für einen möglichen Einfluß ovulationshemmender Substanzen (vgl.DERICKSTAN, TAUBERT, 1976), der im Hinblick auf die Sensibilität des

endocrinen Systems für Musik bei den untersuchten Hormonen bisher als nicht signifikant angesehen wird (vgl. Tab. 1)

Darüber hinaus kann die schon in Abschnitt 3.3.2.1.2. erörterte Frage bisher nicht entschieden werden, ob es sich bei den gemessenen Veränderungen im endocrinen System um direkte Steuerungsmechanismen des hypothalamischen Bereiches handelt, oder ob die gemessenen Veränderungen infolge akustischer Stimulation vielleicht Sekundärreaktionen, also Folgereaktionen eines anderen bisher möglicherweise noch nicht hinreichend untersuchten Systems sein könnten.

Ein gemeinsamer Faktor bei der PRL- und LH-Freisetzung wäre z.B. in einer Aufhebung der lateralen Hemmung infolge Musikeinwirkung denkbar, wodurch infolge einer Aufmerksamkeitsverschiebung der Probanden hin zur Musik als etwas "Neuem" die PIF- und LRH-Hemmung schwinden könnte. Eine Verbindung beider Systeme wäre über Dopamin denkbar, das wahrscheinlich eines der physiologischen Inhibitor-Hormone für PRL darstellt (JAFFE, 1981, S. 43).

Die Analyse erschwerend kommt hinzu, daß Prolaktin in mindestens 3 Formen von unterschiedlichem Molekulargewicht im Organismus vorliegt, als "little" oder "small PRL", als "big PRL" und als "big big PRL", 3 Formen mit wahrscheinlich unterschiedlicher biologischer Aktivität (JAFFE, 1981, S. 6; ROGOL, A.D., ROSEN, S.W., 1974; SUH a. FRANZ, 1974; V.WERDER, KLEMM, 1974).

In den letzten Jahren konnte gezeigt werden, daß die neuronale Kontrolle der PRL-Freisetzung nicht nur über die klassischen Neurotransmitter sondern auch durch "GABA", Histamin, Enkephaline und verschiedene andere Polypeptide erfolgt (McCANN, 1978) (vgl. 1.3. - 1.6.).

Besonderes Interesse wurde in jüngster Zeit den sowohl Neurotransmitter- als auch endocrine Funktionen innehabenden körpereigenen Opiaten, den Endorphinen, gewidmet (TESCHEMACHER, 1978, 1980), die in vielen Bereichen des Organismus, insbesondere aber im Hypothalamus (ß-Endorphin vor allem in der Adenohypophyse) gefunden werden und eine Vielzahl von Funktionen, vor allem eine Erhöhung der Schmerzschwelle bei Belastung (vgl. 4.2.) innehaben, wobei ß-Endorphin meist gleichzeitig

mit ACTH von der Hypophyse in die Blutbahn abgegeben wird (HERZ, 1981). Da nachgewiesen werden konnte, daß sowohl Morphine wie auch endogene Opiate die Dopamin-Produktion und -Freisetzung durch die TIDA-Neurone (vgl.S. 13)hemmen, muß man indirekt von einer stimulierenden Wirkung auf die PRL-Freisetzung ausgehen, was in jüngster Zeit auch nachgewiesen werden konnte (JAFFE, 1981, S. 35, 36). Dies erlaubt die Vermutung, daß die von mir gemessenen Erhöhungen der PRL-Freisetzung auf einer Verringerung der Dopamin-Freisetzung beruhen, die wiederum vom Endorphinsystem ausgelöst worden sein könnte. Die Möglichkeit ließe sich u.a. durch Unterdrückung der Endorphinfreisetzung mit Hilfe von Gaben des Opiatantagonisten Naloxon (ENJALBERT, 1979, S. 595-597) überprüfen.

4.2. Ergebnisse und Erkenntnisse musiktherapeutischer Grundlagenforschung

Um die Einsatzmöglichkeiten musikalischer Elemente zur Unterstützung der Heilung psychischer oder physischer Erkrankungen beurteilen zu können, ist die ständige Suche nach geeigneten Parametern zur objektiven Wirkungserklärung verschiedener Musik erforderlich. Die Bedeutung des vegetativen Systems bei der Verarbeitung von Musik wurde dabei schon früh erkannt. Bei der Untersuchung der Beeinflussung bestimmter Organsysteme durch Musik zeigte sich,"daß bei vielen Menschen die Reaktionsfreudigkeit eines Organsystems im Vordergrund steht" (HARRER, 1975, S. 19). (Magen-Darmtrakt, Atmung, Herzfrequenz, Kreislauf oder Motorik). Neben dieser individuenspezifischen Wirksamkeit ist auch eine musikspezifische Wirksamkeit auf bestimmte Organfunktionen bekannt. Größte Wirksamkeit der Musik soll durch aktives Musizieren erreicht werden können (HARRER, 1975, S 24). Weiterhin konnte eine schmerzmindernde und die Anaesthesie unterstützende Wirkung der Musik, z.B. in der Odontologie (Audio-Analgesie), in der Geburtshilfe und Gynäkologie nachgewiesen werden (NELLGREN, 1977, S.83-89), was auf die Aktivierung körpereigener Opiate hinweist (siehe 4.1.). FRANK (1975, S. 80-89) konnte bei ihren Untersuchungen die Beeinflußbarkeit rhythmischer Abläufe, der Puls-, Atemfrequenz und des psychogalvanischen Hautreflexes (PGR) durch externe Rhythmen zeigen (vgl. 3.3.).

Zusammen mit der ständigen Verfeinerung neurophysiologischer Verfahren wie der Ableitung von Potentialen der Großhirnrinde (EEG) sind zahlreiche Ansatzpunkte zu einem tieferen Verständnis der bewußten und unbewußten Informationsverarbeitung musikalischer Phänomene durch den menschlichen Organismus gegeben.

4.3. Bedeutung des endocrinen Untersuchungsverfahrens für die Musiktherapie

Einer der bedeutendsten Ansatzpunkte und Zielstellungen der Musiktherapie ist die Aktivierung und Auslösung emotionaler Prozesse (SCHWABE, 1975, S.153-154), um (z.B. bei Psychosen) die Patienten aus ihrer "vegetativen Erstarrung" (HARRER, 1975, S.42) zu lösen. Aufgrund der Kenntnisse um verschiedene vegetative Reaktionen auf Musik kann es der Musiktherapie durch gezielte Anwendung dieser Kenntnisse gelingen, infolge Stimulation vegetativer Reaktionen (z.B.) mit Hilfe von Musik beim Patienten gleichzeitig psychische Mitreaktionen auszulösen.

Da das Auslösen dieser vegetativen Reaktionen zum großen Teil durch die Freisetzung spezifischer Hormone in der Hypophyse in die Wege geleitet wird, erscheint es naheliegend und sinnvoll, zur weitergehenden Analyse vegetativer und somatischer Erscheinungen sich mit den Auslöse- und Steuerungsmechanismen dieser Erscheinungen innerhalb des Hormonsystems zu beschäftigen, zumal man seit langer Zeit von der weitreichenden Bedeutung dieses Systems für die menschliche Psyche weiß. Besonders erstaunlich erscheint mir dabei die Tatsache, daß die Psychiatrie nur in geringem Maße mit dem endocrinen System befaßt ist.

Ich würde mich freuen, wenn der von mir entwickelte erste Versuch einer systematischen Untersuchung der Beziehungen zwischen Musik und dem endocrinen System das Interesse an der Untersuchung der Beziehungen zwischen "Psyche" und Organismus fördern könnte.

Erst nach Kenntnis der Ursachen bestimmter psychischer Wir-

kungsmuster und Verhaltensweisen wird man gezieltere therapeutische Maßnahmen einleiten können. Wenn auch bis zur Erklärung komplexer Verhaltensmuster noch ein fast endloser Weg zu verfolgen zu sein scheint, so werden sich dennoch musiktherapeutische Erfolge zueinem großen Teil nur mit Hilfe von Einzelerfolgen in Richtung auf die Erklärung dieser Mechanismen erzielen lassen.

Zusammenfassung

Im ersten Abschnitt der Arbeit wird zunächst die Bedeutung des hypothalamischen Bereichs als einem Bindeglied zwischen zentralnervösen und endocrinen Regulationsmechanismen aufgezeigt. Aufgrund der in den letzten Jahren rasch angewachsenen Kenntnis der Wirkungsspektren der Hormone wurde immer mehr die Bedeutung endocriner Veränderungen für Stimmungslage, Motivation und Verhalten deutlich, so auch und vor allem bei einem noch vor wenigen Jahren kaum beachteten Hormon, dem Prolaktin, dessen bisher bekanntes Wirkungsspektrum am Ende des ersten Teiles der Arbeit dargelegt und diskutiert wird. Aus den gewonnenen Erkenntnissen werden schließlich Methoden erarbeitet und mit Hilfe von Vorversuchen Versuchsreihen entwickelt zur Untersuchung der Wirkung musikalischer Stimulation auf die Freisetzung von Prolaktin durch die vom Hypothalamus gesteuerte Hypophyse, die an 31 freiwilligen Probanden durchgeführt wurden und im zweiten Komplex der Arbeit beschrieben und diskutiert werden.

Unter Berücksichtigung der circadianen Schwankungen der PRL-Freisetzung begannen alle Versuche zwischen 12 und 14 Uhr. Jedem Probanden (Studierende und Angestellte im Alter zwischen 16 und 32 Jahren) wurden in einem Zeitraum von ca. 3,5 Stunden unter möglichst identischen Bedingungen 2 Musikstücke von 1o - 2o Minuten Dauer vorgespielt, wobei das erste vom Versuchsleiter als konstante Musik, das zweite vom jeweiligen Probanden als seine Lieblingsmusik bestimmt worden war (Versuchsreihe 1). Vor, zwischen und nach den Phasen der musikalischen Stimulation (M_1, M_2) wurden Kontrollphasen von 3o-45 Minuten Dauer eingelegt (C_1, C_2, C_3). Mit Hilfe einer Venenverweilkanüle wurde in den musikfreien Perioden

alle 15 Minuten, in den Phasen der musikalischen Stimulation alle 5 Minuten Blut entnommen.

Die Menge des im Serum enthaltenen Prolaktins wurde radioimmunologisch zur Reduktion des Variationskoeffizienten in jeweils einem Ansatz bestimmt.

Während 5 Probanden keine signifikanten Veränderungen des Serum-PRL-Gehaltes im Blut zeigten,erfolgte bei 9 Probanden ein signifikanter Anstieg während und unmittelbar nach der Rezeption musikalischer Stimuli. Bei 4 dieser Probanden war ein hochsignifikanter Anstieg bei der selbstbestimmten Lieblingsmusik zu beobachten (Versuchsreihe 1).

Um zu ermitteln, ob es sich hierbei um einen musikspezifischen Effekt handelt, wurde bei 14 weiteren Probanden der gleiche Versuchsablauf beibehalten, lediglich eines der beiden Musikstücke (M_1 oder M_2)durch Rauschen gleicher Länge und Lautstärke ersetzt (Versuchsreihe 2). Hier zeigte sich in keinem Fall eine signifikante Erhöhung des Serum-PRL-Wertes während der Rezeption von Rauschen, bei 5 Probanden konnte im Gegenteil während Rauschen ein signifikanter Abfall des Serum-PRL-Gehaltes im Blut festgestellt werden. Während der Phasen der Stimulation mit Musik erfolgte bei 6o % der Probanden wieder ein signifikanter (im direkten Vergleich zu den Phasen des Rauschens ein hochsignifikanter) Anstieg des Serum-PRL-Gehaltes.

Bemerkenswert ist hierbei, daß alle Veränderungen im physiologischen Bereich blieben.

Zur Klärung der Frage der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse wurde der Versuch in 2 Fällen mit den gleichen Probanden und unter identischen Bedingungen wiederholt. Es zeigte sich eine weitgehende Übereinstimmung mit den 9 Monate zuvor erhaltenen Ergebnissen.

Im Vergleich zu den Untersuchungen der Menge des im Blut kreisenden Prolaktins wurde bei 16 (ein weiterer Versuch diente als erster Hinweis auf die Reproduzierbarkeit) der 29 Probanden des Hauptversuchs die Menge des von der Hypophyse ins Blut freigesetzten Luteinisierungshormones bestimmt, wobei sich insgesamt gesehen ähnliche Tendenzen zeigten. Jedoch wurden

signifikante Erhöhungen nur bei 7 Probanden während der Phasen der musikalischen Stimulation festgestellt. Eine signifikante Verringerung des Serum-LH-Gehaltes während Rauschen zeigten 4 von 8 Probanden.

Beim Vergleich der PRL-Werte mit den LH-Werten ergaben sich bei 9 der 16 Probanden weitgehende Parallelen im Kurvenverlauf der beiden Hormone. Eine regelmäßige Gegenläufigkeit lag in keinem Fall vor. Die Ergebnisse weisen auf übergeordnete Regulationsmechanismen hin, die möglicherweise im hypothalamischen Bereich zum Beispiel innerhalb der Endorphine zu finden sein könnten.

Zur Diskussion der möglichen Ursachen der gemessenen Reaktionen auf akustische und musikalische Stimulation wurden einerseits EKG-Kurven in Abhängigkeit von akustischer und musikalischer Stimulation aufgezeichnet, wobei im Gegensatz zu Untersuchungen anderer Autoren nur geringfügige Veränderungen registriert werden konnten. Andererseits wurde ein Einblick in die Persönlichkeitsstruktur der Probanden mit Hilfe zweier verschiedener psychologischer Testverfahren, MPI und FPI, versucht. In der Eigenschaftsdimension Extraversion-Introversion zeigten sich weitgehende Übereinstimmungen der Aussagen beider Persönlichkeitsinventare. Es konnte gezeigt werden, daß eine Abhängigkeit zwischen der endocrinen Reaktion der Probanden (PRL und LH) und der Lage innerhalb der Extraversion-Introversionskala besteht: bei Probanden mit mehr introvertierter Persönlichkeitsstruktur erfolgte eine endocrine Reaktion (PRL und LH) bei 75 % der untersuchten Probanden, bei Probanden mit Extraversion nur bei 4o % bei PRL. Bei LH erfolgte bei keinem der Probanden mit ausgeprägter Extraversion eine Reaktion. Insgesamt gesehen zeigte sich, daß Probanden mit signifikanter endocriner Reaktion auch mehr Extremata im Polaritätsprofil des Freiburger Persönlichkeitsinventars aufweisen als die Probanden ohne signifikante endocrine Veränderungen.

Nachdem im ersten Teil der Schlußbetrachtungen weitergehende Erklärungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Wirkungsweise von Musik und Perspektiven zur weiteren Wirkungsanalyse aufgezeigt und diskutiert werden, wird schließlich die besondere Bedeutung des endocrinen Untersuchungsverfahrens für die Zukunft musiktherapeutischer und musikpsychologischer Grundlagenforschung dargelegt.

ASCHOFF, J., 1978
Circadian Rhythms within and outside their Ranges of Entrainment, in: Environmental Endocrinology, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

BEARDWOOD;C.J., HUNDELL, C.A., VILAH, W.H., 1975
Gonadotropin excretion in response to audiostimulation of human subjects, Am.J. Obstet.Gynecol. 121 (5): 682-687

BEVER, G.; CHIARELLO, R.J., 1974
Cerebral Dominance in Musicians and Non-musicians, Science 185 (4150): 537

BLÜH, Volker, 1976
Prolactin and parental behaviour. A model analysis based on the example of parental fanning in fish, Boehringer Ingelheim Informa 47,6

BLÜH, Volker, 1977
Prolaktin:Phylogenetische Aspekte Gynäkologe 10: 51-61 Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

McCANN, SM; KRULICH, L.; OJEDA, SR; NEGRO-VILAR, A; VIJAYAN, E., 1978
Neurotransmitters in the control of anterior pituitary function
In: FUXE, K.; HÖKFELT, T.; LUFT, R.,(eds) Central regulation of the endocrine system Plenum Press, New York, London, S.329-347

CLYNES, Manfred, 1982
Music, Mind and Brain, The Neuropsychology of Music; Plenum Press, New York and London

DERICKS-TAN, J.S.E. und TAUBERT, H.D., 1976
Elevation of Serum Prolactin during Application of Oral Contraceptives Contraceptin 14 (1): 1-8

DJURSING, Henning; HAGEN, Claus; MØLLER, Jan und CHRISTENSEN, Claus, 1981
Short- and long-term fluctuations in plasma prolactin concentration in normal subjects; Acta Endocrinologica 97: 1-6

ECCLES, John C., 1975
Wahrheit und Wirklichkeit, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

ECKEL, Kurt, 1975
Der Anteil des Stoffwechsels an der menschlichen Hörwelt
In:HARRER, Gerhart (Hrsg.): Grundlagen der Musiktherapie und Musikpsychologie Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

EHARA, Y; SILER, T; BERG, G. Van den; SEHHA, Y.H.; YEH, S.S:C., 1973
Circulating prolactin levels during the menstrual cycle: Episodic release and diurnal variation
Am.J.Obstet.Gynecol. 117(7): 962-970

ENJALBERT, A.; RUBERG, M.; ARANCIBIA, S.; PRIAN, M.; KORDON, C., 1979
Endogenous opiates block dopamine inhibition of prolactin secretion in vitro Nature 280: 595-597

EYSENCK, Hans Jürgen, 1959
Das "Maudsley Personality Inventory"(MPI) Verlag für Psychologie, Dr.C.J.Hogrefe, Göttingen

FAHRENBERG, Jochen; SELG, Herbert und HAMPEL, Rainer, 1978
Das Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI 3. ergänzte Auflage, Verlag für Psychologie Dr. C.J.Hogrefe, Göttingen, Toronto,Zürich

FAVINO, A., 1978
Concentration of Certain Hormones in the Blood of Human Males Subjected to Steady-State Noise, in: Environmental Endocrinology, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

FIEDLER, K., 1974
Hormonale Kontrolle des Verhaltens bei Fischen, Fortschritte der Zoologie, Band 22, Heft 2/3, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

FLÜCKIGER, E., 1977
Regulation der Prolaktin-Sekretion
Gynäkologe In: 62-65

FRANCHIMONT, P., 1975
Some Aspects of Hypothalamic Regulation of Endocrine Functions
F.K.Schattauer Verlag,Stuttgart, New York

FRANK, Christl, 1975
Die Auswirkung rhythmischer Elemente auf vegetative Funktionen
In: HARRER, Gerhart (Hrsg.) Grundlagen der Musiktherapie und Musikpsychologie
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

FRANTZ, Andrew G., 1979
Rhythms in Prolactin Secretion
In: KRIEGER, Dorothy, T.:Endocrine Rhythms
Raven Press, New York, S.175-186

GLEES, P., 1971
Das menschliche Gehirn
Hippokrates Verlag, Stuttgart

HARRER, Gerhart, 1975
Grundlagen der Musiktherapie und Musikpsychologie; Gustav Fischer Verlag,Stuttgart

HERZ, A., 1981
Endorphine - Körpereigene Opiate
Deutsche Apotheker Zeitung 121(15):771-776

HESS, W.R., 1954
Das Zwischenhirn, 2. Auflage
B. Schwabe & Co., Basel

HESS, W.R., 1967
Causality, Consciousness,and Cerebral Organization , Science 158: 1279-1283

HINDE, Robert A.; STEVENSON-HINDE, Joan, 1972
The study of motivation
Soc.sci.inform.12 (1):81-101

JAFFE, Robert B., 1981
Prolactin.
Elsevier, New York

KNEUTGEN, Johannes, 1970
Eine Musikform und ihre biologische Funktion - Über die Wirkungsweise der Wiegenlieder
Z.exp.angew.Psychol. 17: 293

KNEUTGEN, Johannes, 1971
Einige Voraussetzungen für eine wirkungsvolle Musiktherapie
In: REVERS, W.J.; HARRER, G.; SIMON,W.C.M.: Neue Wege der Musiktherapie - Grundzüge einer alten und neuen Heilmethode
Econ-Verlag, Düsseldorf, Wien

Mac LEOD, R.M., 1976
Regulation of prolactin secretion
In: MARTINI, L.; GANONG, W.F.:
Frontiers in Neuroendocrinology
Raven Press, New York, Vol.4, S.169-194

MALER, Thomas, 1977
Musik und Ekstase in einer ostafrikanischen Medizinmannpraxis
In: WILLMS, Harm (Hrsg.) : Musik und Entspannung
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York
S. 29 - 43

MALKINSON, A.M., 1977
Wirkungsmechanismen der Hormone
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York

MELLGREN, Arne, 1977
X. Therapeutische Anwendung von Musik in Geburtshilfe und Gynäkologie
In: WILLMS, Harm: Musik und Entspannung
Gustav Fischer Verlag,Stuttgart,New York
S. 93 - 99

MELTZER, Herbert Y., 1981
Prolactin and Psychiatry
Am.J.Psychiatry 138 (9): 1203 - 1206

NICOLL, Charles S., 1980
Ontogeny and evolution of prolactin's functions
Federation Proceedings 39: 2563-2566

NOEL, Gordon L.; SUH, Han K.; STONE, J.Gilbert; FRANTZ, Andrew G., 1972
Human Prolactin and Growth Hormone Release during Surgery and other Conditions of Stress
JCE & M, 35 (6): 840-851

PARKER, D.C.; ROSSMAN, L.G. and VANDERLAAN, E.F., 1974
Relation of sleep - entrained human prolactin release to REM- and non REM - cycles
J.Clin. Endocrinol. Metab. 38: 646-651

POPPER, Karl R. and ECCLES, John C., 1977
The Self and its Brain
Springer International

RICHTER, Manfred, 1977
Musik und Meditation in Indien
In: WILLMS, Harm (HRSG.):
Musik und Entspannung
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York
S. 62-66

ROHLE, Gerhard; BREUER, Heinr.,1982
Zuverlässigkeit von Hormonbestimmungen
Klinische Biochemie, DIA 1 : 52-59

ROGOL, AD.; ROSEN, SW., 1974
Prolactin of apparent large molecular size: The major immunoactive prolactin component in plasma of a patient with a pituitary tumor
J. Clin. Endocrinol. Metab 38: 714-717

SCHWABE, C., 1975
Die Methodik der Musiktherapie und deren theoretische Grundlagen
In: HARRER, Gerhart (Hrsg.):
Grundlagen der Musiktherapie und Musik - psychologie, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

STARCK, Dietrich, 1982
Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere
Band 3
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, S. 492-494

STEVENS; MOUNTCASTLE, 1975
In: KEIDEL, Wolf D.: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie, 4. Auflage
Georg Thieme Verlag, Stuttgart

SUH, HK; FRANTZ, AG., 1974
Size heterogeneity of human prolactin in plasma and pituitary extracts
J.Clin.Endocrinol.Metab. 39: 928-935

TAPPOLET, Willy, 1950
Maurice Ravel - Leben und Werk
Olten (Schweiz)

TESCHEMACHER, H., 1978
Endorphine - die endogenen Liganden der Opiatrezeptoren
Arzneimittel-Forschung/Drug Research
28 (II), 8: 1268-1270

TESCHEMACHER, H.; BREIDENBACH, F.; KÖNIG, A.; LUCKHARDT, H.; DAVIES-OSTERKAMP, S., 1980
Plasma levels of ß-endorphin/ß-lipotropin in humans under stress
In: WAY, E.L., ed.
Endogenous opiate agonists and antagonists
Pergamon Press, New York, S.307-308

WEHNER, KH., 1980
Einblick in die cerebralen Grundlagen bei der Verarbeitung von Musik
Musiktherapeutische Umschau, Band 1, Heft 2
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York
S. 123-140

WERDER, K. von; CLEHM, C., 1974
Evidence for "big" and "little" Components of circulatin immunoreactive prolactin in humans; Febs Lett 47: 181-184

Lebenslauf:

21.3.195o	Geburt in Frankfurt/Main
1956-196o	Besuch der Zentgrafenschule, Ffm.
196o-1968	Besuch der Helmholtzschule, Gymnasium, Frankfurt/M
1968	Abitur
ab 1969	Studium der Biologie (Joh. Wolfgang Goethe-Universität)
ab 1973	Studium der Musik (Abt.Schulmusik) an der Hochschule für Musik u.Darstellende Kunst, Frankfurt am Main
1978	Staatsexamen im Fach Musik
198o	Staatsexamen im Fach Biologie
198o-1983	Promotionsstudium (Joh.Wolfgang-Goethe-Universität) im Fachbereich Biologie
1982-1984	Referendariat zur Erlangung des zweiten Staatsexamens in den Unterrichtsfächern Musik u.Biologie (Sekundarst. II) in Frankfurt am Main
Seit 1.8.1984	Studienrat z.A. in der Helmholtzschule, Frankfurt am Main